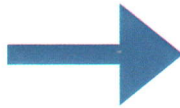


# Teknik Praktis Mengolah

**Air Kotor** Menjadi **Air Bersih**  
Hingga Layak Diminum



## Tanpa Teknologi Canggih

Teknik ini telah diujicobakan dengan air sumur yang berwarna kuning setelah diolah menjadi air jernih sesuai dengan standar kesehatan yaitu tidak berasa bau, tidak berwarna dan tidak berasa.

**Mudah & Murah**  
**Dapat Dibuat Oleh Semua Orang**

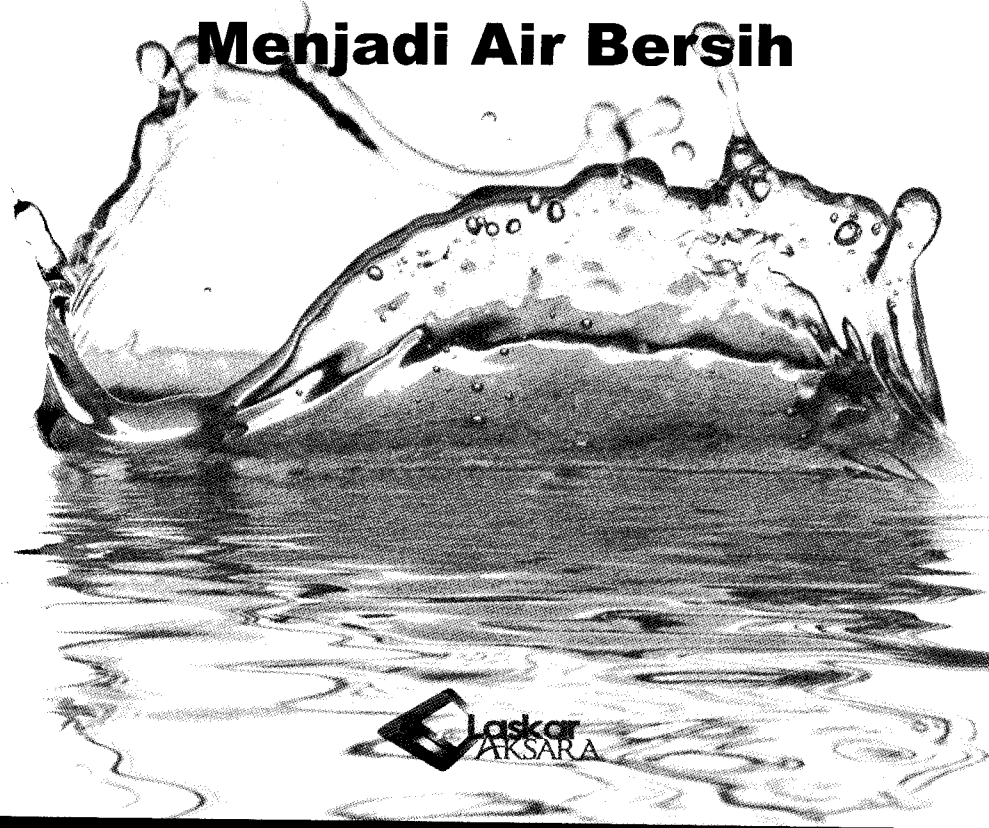
Fety Kumalasari & Yogi Satoto



CD Video  
Pengolahan Air Kotor  
Menjadi Air bersih

Fety Kumalasari  
Yogi Satoto

# **Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih**



## TEKNIK PRAKTIS MENGOLAH AIR KOTOR MENJADI AIR BERSIH

Penyusun : Fety Kumalasari & Yogi Satoto  
Cover Designer : Usman Muhammad  
Layout : Muharam\_C  
Editor : Latief

Penerbit : Laskar Aksara  
Jl. Rajawali II No. 3, Perum Kranggan Permai  
Bekasi-Jawa Barat

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Perpustakaan Nasional RI:  
Katalog Dalam Terbitan (KDT)  
978-602-99296-9-0

1. Kesehatan 2. Judul  
Cet I, 15 cm x 23 cm: 100 halaman

Distributor:  
Niaga Swadaya  
Jln. Gunung Sahari III/7 Jakarta 10610  
Telp. (021) 4204402, 4255354  
Fax. (021) 4214821



021-90407105  
Email: laskaraksaramedia@gmail.com

## Prakata

Air merupakan kebutuhan yang tidak bisa ditunda pemenuhannya. Manusia membutuhkan air, terutama untuk minum. Ketersediaan air di dunia ini begitu melimpah ruah, namun yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk keperluan air minum sangatlah sedikit. Dari total jumlah air yang ada, hanya lima persen saja yang tersedia sebagai air minum, sedangkan sisanya adalah air laut. Namun di dunia, kecenderungan yang terjadi sekarang ini adalah berkurangnya ketersediaan air bersih itu dari hari ke hari. Semakin meningkatnya populasi, semakin besar pula kebutuhan akan air minum. Sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang.

Jacques Diouf, Direktur Jenderal Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) menyatakan saat ini penggunaan air di dunia naik dua kali lipat lebih besar dibandingkan dengan seabad silam. Peningkatan penggunaan air ternyata tidak berbanding lurus dengan ketersediaan air yang justru menurun. Akibatnya, terjadi kelangkaan air yang harus ditanggung oleh lebih dari 40 persen penduduk bumi. Kondisi ini akan semakin parah menjelang tahun 2025 nanti, karena 1,8 miliar orang akan tinggal di kawasan yang mengalami kelangkaan air secara pasti.

Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa akses air minum yang higienis, 3.800 anak meninggal tiap hari oleh penyakit. Disamping bertambahnya populasi manusia, kerusakan lingkungan merupakan salah satu penyebab berkurangnya sumber air bersih. Abrasi pantai

menyebabkan rembesan air laut ke daratan, yang pada akhirnya akan mengontaminasi sumber air bersih yang ada di bawah permukaan tanah. Pembuangan sampah yang sembarang di sungai juga menyebabkan air sungai menjadi kotor dan tidak sehat untuk digunakan.

Di Indonesia sendiri diperkirakan, 60 persen sungainya, terutama di Sumatera, Jawa, Bali, dan Sulawesi, tercemar berbagai limbah, mulai dari bahan organik hingga bakteri *coliform* dan *fecal coli* penyebab diare. Menurut data Departemen Kesehatan tahun 2002 terjadi 5.789 kasus diare yang menyebabkan 94 orang meninggal. Jika dibiarkan terus menerus krisis air bersih di dunia akan memberi dampak yang mengesankan. Krisis air bersih akan meningkatkan epidemi penyakit yang merenggut nyawa.

Karena itu semua, buku ini akan membahas bagaimana air yang layak diminum. Lalu, seperti apa pencemaran air yang bisa menyebabkan kematian. Dan, bagaimana cara sederhana untuk membuat air menjadi layak diminum. Permasalahan air bersih memang permasalahan yang sangat kompleks untuk saat ini. Solusi yang dapat menyelesaikan tentulah tidak bisa secara pragmatis. Perlu keseriusan dari semua pihak untuk melakukan perbaikan dalam hal air bersih. Namun, bukan berarti kita tidak bisa melakukan apa-apa. Mulailah dari yang kecil dan sederhana, setidaknya mengatasi di sekitar tempat kita tinggal.

Bandung 2011

Penulis

# Daftar Isi

<b>Prakata .....</b>	<b>iii</b>
----------------------	------------

<b>Daftar Isi .....</b>	<b>v</b>
-------------------------	----------

## BAB I MENGENAL AIR

A. Pengertian Air Bersih .....	3
B. Sumber Air Bersih .....	6
C. Sifat-sifat Kimia dan Fisika .....	11
D. Kohesi dan Adhesi .....	18
E. Air Adalah Sumber Kehidupan .....	26

## BAB II PENCEMARAN AIR

A. Sumber Pencemaran Air .....	35
B. Limbah Rumah Tangga .....	39
C. Komponen Pencemaran Air .....	41
D. Indikator Pencemaran Air .....	42

## BAB III PENYAKIT YANG DISEBABKAN POLUSI AIR

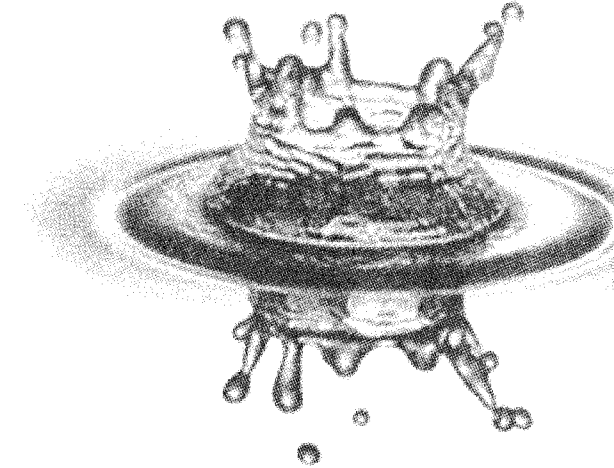
A. Penyakit menular .....	49
B. Penyakit Tidak Menular .....	50
C. Hari Air Bersih Sedunia .....	54

## BAB IV TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR KOTOR MENJADI AIR BERSIH

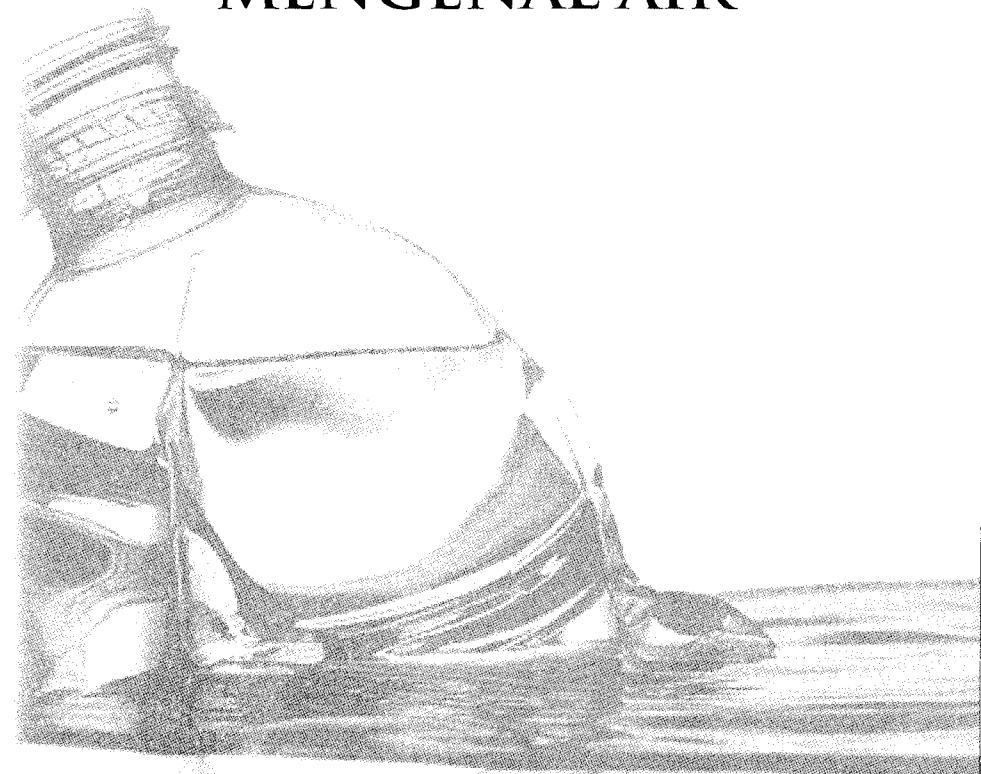
A. Teknologi untuk Menghasilkan Air Bersih .....	59
B. Model Pengolahan Air .....	61
C. Metode Pengolahan Air (Prosedur Kerja) .....	87

<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>93</b>
-----------------------------	-----------

<b>Profil Penulis .....</b>	<b>94</b>
-----------------------------	-----------



## BAB I MENGENAL AIR



## A. Pengertian Air Bersih

Berbicara mengenai air bersih tentunya sangat berkaitan erat dengan kehidupan manusia. Air merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Bandingkan saja jika manusia tidak minum air hanya selama satu hari saja, tentunya akan sangat berbeda dengan ketika kita tidak makan selama beberapa hari. Ketahanan tubuh kita akan lebih menurun apabila tidak minum. Hal itu dikarenakan manusia membutuhkan air sebagai pelarut dan proses biokimia di dalam tubuhnya. Pada tubuh manusia, air merupakan bagian terbesar, dimana hampir semua reaksi pada tubuh manusia memerlukan cairan. Agar metabolisme tubuh berjalan dengan baik, dibutuhkan masukan cairan setiap harinya untuk menggantikan cairan yang hilang. Untuk itu, kita harus meminum minimal 8 gelas air setiap harinya.

Bisa dibayangkan, bahwa air sangat penting untuk tubuh manusia, dimana air yang kita minum akan menjadi cairan tubuh yang memiliki manfaat sebagai berikut.

- **Mengatur Suhu Tubuh**

Apabila tubuh kekurangan air, maka suhu tubuh akan menjadi panas dan naik.

- **Melancarkan Peredaran Darah**

Darah akan menjadi semakin kental apabila tubuh kekurangan cairan, karena cairan dalam darah tersedot untuk kebutuhan lain dalam tubuh. Dimana proses tersebut mempengaruhi kinerja otak dan jantung.

- **Membuang Racun dan Sisa Makanan**

Seperti yang umumnya kita tahu, bahwa cairan dalam tubuh berfungsi untuk mengeluarkan racun dalam tubuh, melalui keringat, air seni, dan pernapasan.

- **Kulit**

Struktur dan fungsi kulit juga dipengaruhi oleh cairan dalam tubuh. Dengan adanya cairan yang cukup dalam tubuh, maka kelembaban, kelembutan, dan elastisitas kulit akibat pengaruh suhu udara dari luar tubuh akan terjaga.

- **Pencernaan**

Cairan dalam tubuh dalam proses pencernaan adalah untuk mengangkut nutrisi dan oksigen melalui darah, yang kemudian akan dikirim menuju sel-sel tubuh. Dengan meminum air yang cukup akan membuat proses kerja sistem pencernaan di dalam usus besar menjadi lebih lancar, sehingga feses juga akan keluar dengan lancar.

- **Pernapasan**

Paru-paru membutuhkan air untuk pernapasan. Dimana paru-paru harus basah ketika bekerja memasukkan oksigen ke sel tubuh dan memompa karbondioksida keluar tubuh. Untuk membuktikannya, maka coba Anda hembuskan napas ke kaca, maka akan terlihat cairan berupa embun dari napas yang dihembuskan pada kaca.

- **Sendi dan Otot**

Cairan tubuh berguna untuk melindungi dan melumasi gerakan pada sendi dan otot. Otot tubuh akan mengempis apabila tubuh kekurangan cairan, sehingga kita membutuhkan air yang cukup selama beraktivitas untuk meminimalisir resiko kejang otot dan kelelahan.

- **Pemulihan penyakit**

Air mendukung proses pemulihan ketika sakit karena asupan air yang memadai berfungsi untuk menggantikan cairan tubuh yang terbangun.

Selain untuk tubuh, air juga digunakan untuk menunjang kegiatan kehidupan manusia. Misalnya untuk irigasi pertanian, pendinginan dan pencucian mesin industri dan proses industri, transportasi laut dan sungai, serta untuk kegiatan rumah tangga seperti memasak, mencuci, dan mandi. Di daerah sangat padat penduduknya, seperti di daerah industri, kebutuhan air bersih dan sehat sangat sukar diperoleh. Sumber air bersih dan semakin berkurang karena beberapa faktor seperti, pencemaran air oleh limbah industri dan rumah tangga serta berkurangnya lahan hijau sebagai tempat penampungan air alami. Jika kita lihat pada beberapa aliran air, seperti sungai di beberapa kota besar, air terlihat berwarna dan sangat bau, sehingga air tersebut sangat tidak layak untuk dipakai, apalagi diminum. Tidak hanya itu, air yang sudah tercemar itu, juga dapat mendatangkan penyakit untuk kita.

Sebenarnya, seperti apakah air bersih itu? Air dikatakan bersih apabila telah memenuhi standar untuk memenuhi berbagai fungsinya yang telah disebutkan di sebelumnya. Air bersih merupakan air sehat yang bening, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa serta memenuhi persyaratan kesehatan untuk kebutuhan minum, masak, mandi dan energi.

### **Standar Air Bersih**

Organisasi kesehatan dunia (*World Health Organization*) atau WHO telah menetapkan standar air minum yang bersih dan

sehat (layak digunakan), diantaranya adalah tidak berwarna, tidak berbau yang berarti jernih, tidak berasa dan sejuk. Sungai-sungai di Indonesia sekarang ini jarang sekali ditemukan yang berair jernih. Warnanya terlihat kecoklatan, bahkan hitam. Hal itu karena di dalam air tersebut mengandung bahan kimia seperti logam besi, mangan dan lain-lain yang berasal dari pembuangan limbah pabrik. Tidak hanya kotor, namun juga memiliki bau yang tidak enak akibat pencemaran oleh bakteri coli tinja (*E.coli*). Bakteri tersebut dapat menyebabkan penyakit tipus. Jika air telah tercemar dengan logam berat dan bakteri *E.coli*, maka secara otomatis air tersebut akan berasa.

Air jernih sendiri disebabkan oleh adanya kandungan oksigen dalam air yang cukup banyak dan permukaan airnya tidak ada yang menghalangi dari sinar matahari. Air bersih ini bersumber dari alam dan dapat diminum oleh manusia. Namun, untuk menghindari dari resiko adanya kandungan bakteri dan zat-zat berbahaya di dalamnya, maka kita terbiasa untuk memasak air sebelum mengonsumsinya.

## B. Sumber Air Bersih

Air merupakan zat yang paling dibutuhkan bagi kehidupan manusia. Air yang dimaksud adalah air tawar atau air bersih yang akan secara langsung dapat dipakai di kehidupan. Batasan air bersih adalah air yang dapat digunakan oleh manusia untuk keperluan sehari-harinya yang memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih dapat berasal dari air hujan, air permukaan, air tanah, dan air mata air.

## 1. Air Hujan

Air hujan berasal dari air permukaan bumi yang diuapkan oleh sinar matahari. Air permukaan tersebut berupa air sungai, air danau dan air laut. Sinar matahari menguapkan air permukaan tanpa membawa kotoran yang terdapat di dalam air. Setelah proses penguapan, air mengalami proses kondensasi, dimana air yang menguap tersebut berubah menjadi air. hingga terbentuklah awan. Lama-kelamaan, awan tersebut menjadi jenuh dan turunlah titik-titik air hujan.

Jika kita ingin menghasilkan air hujan yang bersih, maka kita harus menadahi air hujan tersebut langsung dari langit tanpa melalui talang air atau sejenisnya. Air yang telah jatuh ke talang, tidak terjamin kebersihannya, karena sudah bercampur dengan kotoran dan debu yang ada di talang air tersebut. Secara kualitas air yang dihasilkan oleh air hujan merupakan air murni sama seperti air suling atau *aquades* yang dihasilkan melalui proses *distilasi* atau penyulingan.

Keunggulan air hujan jika dibandingkan dengan sumber air yang lainnya yaitu relatif tidak terkontaminasi dan metode pengumpulannya pun sederhana. Namun, kelemahan dari sumber air ini adalah tidak tersedia secara terus menerus. Hanya pada musim hujan saja kita bisa mendapatkannya. Bayangkan saja jika musim kemarau, air hujan pun tak akan turun.

## 2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang turun di permukaan bumi dan berkumpul di suatu tempat yang relatif rendah seperti sungai, danau, dan laut. Air permukaan yang biasa dimanfaatkan



adalah air sungai, dimana lebih dari 40.000 kilometer kubik air segar diperoleh dari sungai-sungai di dunia. Untuk itu, kebersihan air sungai sangat penting dijaga. Jika di beberapa desa yang masih memiliki banyak hutan pedalaman, kita akan menemukan air bersih yang bahkan terkadang oleh penduduk dan para pengunjung diminum langsung tanpa dimasak terlebih dahulu. Misalnya di hutan sesaot di Lombok, NTB. Di hutan tersebut, para pecinta alam yang terbiasa kemah di sana sangat percaya jika air sungai yang mengalir dari mata air Gunung Rinjani tersebut layak untuk diminum tanpa dimasak terlebih dahulu. Air sungai itu tidak berbau, dan berasa, serta tampak terlihat bening. Selain itu, pasir dan bebatuan pada sungai yang dilewati dianggap telah menjadi penyaring air yang dapat diandalkan. Dimana pada pembahasan di bab selanjutnya, akan dibahas manfaat pasir dan bebatuan ini sebagai bahan membuat air bersih.

Sayangnya, untuk sungai di perkotaan airnya telah banyak tercemar. Walaupun begitu, di Jakarta sendiri, sebagai kota yang terkenal limbah sungainya, masyarakat pinggiran tetap memakai air dari sungai yang telah kotor untuk kebutuhan sehari-hari.

Selain itu, kualitas air sungai dapat menurun pada saat mengalir dari hulu ke hilir. Selama mengalir dari hulu ke hilir, air sungai banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan sehari-harinya, seperti untuk usaha pertanian, peternakan, perikanan, keperluan rumah tangga, transportasi dan keperluan industri kecil. Misalnya dalam bidang pertanian yang menggunakan pupuk. Pupuk tersebut tidak semuanya dapat diserap oleh tanaman.

Pupuk yang tidak terserap oleh tanaman menempel di tanah dan terbawa oleh air sungai atau saluran irigasi, yang akibatnya dapat menimbulkan pencemaran sungai. Kondisi tersebut bertambah

parah disebabkan oleh masyarakat yang membuang sampah rumah tangga pada sungai. Hal itu menyebabkan air sungai di pulau Jawa yang dapat dikategorikan sebagai air bersih.

Jumlah air permukaan dipengaruhi oleh kondisi geografis, musim dan aktivitas manusia. Daerah yang secara geografis diawali oleh sungai mudah menjangkau sumber air. Oleh sebab itu, pada zaman dahulu sungai dijadikan sebagai pusat peradaban. Faktor selanjutnya adalah musim. Pada musim hujan, sungai-sungai meluap, bahkan bisa menyebabkan banjir. Namun pada musim kemarau sungai-sungai yang sumber airnya berasal dari air hujan banyak yang kering.

### 3. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di dalam tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang diikat oleh akar pohon. Air tanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air. Sedangkan air tanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam lagi melalui proses *adsorpsi* serta *filtrasi* oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Sehingga berdasarkan prosesnya air tanah dalam lebih jernih dari air tanah dangkal. Air tanah ini bisa didapatkan dengan cara membuat sumur.

Secara alami, air mengalir dari permukaan tinggi ke permukaan rendah. Hal itu menyebabkan di dataran tinggi (daerah pegunungan) untuk mendapatkan air tanah harus menggali dengan kedalaman yang cukup dalam. Faktor yang kedua adalah musim. Pada musim penghujan biasanya sumur-sumur warga penuh dengan air, tetapi

tidak demikian dengan musim kemarau. Pada musim kemarau sumur-sumur warga banyak yang mengalami kekeringan sehingga sangat sulit untuk mendapatkan air tanah.

Jika dulu masyarakat perkotaan sering sekali mengandalkan sumur untuk mendapatkan air bersih, maka dengan padatnya kota sekarang ini, sangat susah untuk membuat sumur yang sesuai dengan syarat lokasi pembuatan. Di mana lokasi sumur tidak boleh berdekatan dengan toilet dan kamar mandi agar tidak terjadi kontaminasi saluran pembuangan dengan jaringan sumur air tanah. Jarak yang tepat untuk memisahkan antara lubang sumur air yang akan dibuat dengan toilet yang terdekat adalah minimal 5 meter jika tanah di sekitar lokasi adalah tanah liat dan minimal 7,5 meter jika tanahnya berpasir. Namun, keterbatasan lokasi tanah membuat sumur sudah tidak lagi dapat dibuat, dan orang-orang mengandalkan air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum).

#### 4. Air Mata Air

Pada dasarnya air mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah yang melalui proses *filtrasi* dan *adsorpsi* oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Air mata air yang baik berasal dari pegunungan vulkanik karena mineral-mineral yang tergantung di dalamnya dapat mengadsorpsi kandungan logam dalam air dan bakteri. Selain itu, kandungan mineralnya baik untuk kesehatan tubuh, dan mengandung kadar  $O_2$  yang tinggi. Oleh karena itu, air dari mata air terasa lebih segar dikonsumsi dari pada air yang berasal dari sumber lainnya.

Sumber mata air juga digunakan oleh perusahaan air mineral untuk kemudian mereka jual kepada masyarakat. Betapa sumber air yang berasal dari alam akhirnya menjadi sangat mahal karena

persediaan air di bumi telah hampir habis. Walaupun berasal dari sumber mata air pegunungan, namun air tersebut diolah kembali agar menjadi layak diminum sesuai dengan standar kesehatan.

### C. Sifat-sifat Kimia dan Fisika

Air dirumuskan secara kimia dengan  $H_2O$ , yang artinya bahwa senyawa air tersusun dari unsur *hidrogen* dan *oksigen* dengan perbandingan komposisinya. Di mana menurut perumusan Proust dalam hukum perbandingan tetapnya, dalam kandungan air terdapat 1 untuk hidrogen dan 8 untuk oksigen.

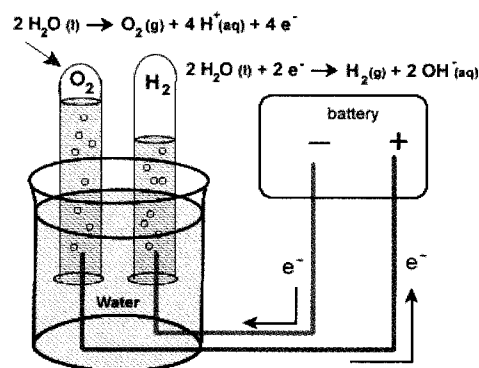
Air merupakan senyawa yang sangat istimewa karena dapat bersifat sebagai asam dan dapat pula bersifat sebagai basa, tentunya jika bertemu dengan senyawa tertentu, yang dikenal dengan sifat *amfiprotik*. Air juga merupakan senyawa yang banyak dijadikan sebagai pelarut pada kehidupan sehari-hari maupun industri-industri kimia, meskipun tidak sedikit juga senyawa-senyawa yang tidak dapat larut dalam air.

Selain sebagai pelarut, air juga mempunyai sifat-sifat lain yang sangat istimewa. Air dapat dielektrolisis sehingga dapat terurai kembali menjadi unsur penyusunnya. Gaya tarik antar molekul air dan molekul lain menyebabkan permukaan air dapat naik sampai ratusan bahkan ribuan meter secara alami melalui peristiwa kapilaritas. Selain itu, permukaan air dapat menegang sehingga dapat menahan logam pada permukaannya, akibatnya logam tersebut dapat mengapung atau tidak tenggelam.

Secara spesifik, sifat-sifat fisika dan sifat-sifat kimia dari air tersebut akan dibahas lebih lanjut pada sub bab berikut ini:

## 1. Elektrolisis Air

Yang dimaksud dengan proses elektrolisis disini adalah jika air dialiri oleh arus listrik, maka akan terurai menjadi unsur penyusunnya, yaitu oksigen dan hidrogen. Gas hidrogen dan oksigen dari reaksi ini berbentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen.



**Gambar. Skema Elektrolisis Air**

Sumber: [www.prosespembuatan.blogspot.com](http://www.prosespembuatan.blogspot.com)

### Metode Elektrolisis Air Suhu Tinggi

Elektrolisis air dapat dilakukan dengan berbagai macam metoda salah satunya metode elektrolisis air suhu tinggi atau High Temperature Electrolysis System (HTES). Keunggulan dari metode HTES adalah pada proses operasinya mampu meminimalisir konsumsi energi listrik karena pada proses elektrolisis dengan suhu operasi yang sangat tinggi konsumsi energi listrik menjadi semakin minimal dan konsumsi energi panas menjadi semakin besar.

Meskipun demikian, proses tersebut dianggap menguntungkan mengingat biaya pembangkitan sejumlah energi panas lebih murah bila dibandingkan dengan biaya pembangkitan sejumlah energi listrik. Selain itu, bila ditilik dari kualitas hidrogen yang dihasilkan, metode HTES mampu menghasilkan hidrogen dengan puritas tinggi.

Dalam prosesnya, HTES melibatkan energi listrik dan energi panas dari sumber-sumber panas yang mudah diperoleh seperti PLTN generasi IV atau pembangkit geotermal. Proses elektrolisis air suhu tinggi terjadi dalam komponen yang dinamakan *electrolyzer*.

## 2. Kelarutan (Solvasi)

### a. Campuran

Sebelum membahas mengenai kelarutan, terlebih dahulu kita bahas mengenai campuran. Campuran merupakan zat yang terdiri dari dua atau lebih zat penyusun tanpa melalui reaksi kimia. Berbagai campuran dekat dengan kehidupan kita sehari-hari, seperti air laut, air sungai, tanah, awan, kabut dan sirup.

Campuran dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Pada campuran homogen, zat-zat penyusun bercampur secara merata sehingga setiap bagian campuran memiliki sifat yang sama. Sebaliknya, zat-zat penyusun pada campuran heterogen tidak bercampur merata, dimana ada bagian campuran yang memiliki sifat berbeda. Untuk lebih jelasnya, mari simak pembahasan berikut ini!

### 1) Campuran Homogen

Ketika menuangkan satu sendok teh gula ke dalam air, kemudian diaduk secara merata, berarti kita telah

mendapatkan larutan gula. Apakah larutan ini tergolong campuran homogen atau bukan? Air dan gula yang tercampur tidak berubah menjadi zat lain. Gula masih terasa manis, meskipun tidak tampak lagi. Sementara itu, air juga tidak berubah menjadi zat lain.

Jika larutan gula diambil sesendok kemudian dicicipi maka kita akan mengecap rasa manis. Demikian rasa manis larutan gula tersebar secara merata pada semua bagian larutan, meskipun bentuk gula sudah tidak tampak. Oleh karena itu, larutan termasuk ke dalam campuran homogen.

## 2) Campuran Heterogen

Untuk campuran heterogen sendiri dapat dibuat dengan memasukkan satu sendok pasir ke dalam segelas air, kemudian diaduk secara merata. Setelah didiamkan beberapa saat, ternyata butiran pasir mengendap di dasar gelas. Butiran pasir masih nampak jelas dan terpisah dari air. Oleh karena itu, campuran pasir dan air tergolong campuran heterogen. Campuran heterogen lain misalnya, campuran antara air dan tepung kanji, debu, asap pembakaran, awan dan lain-lain.

Campuran heterogen dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu *suspensi* dan *koloid*. Suspensi merupakan campuran antara zat padat dengan cairan atau gas, dimana zat padat tersebut tidak larut. Contohnya pada campuran pasir dengan air, serta air dengan sirup obat batuk. Pada campuran pasir dengan air, pasir tidak larut dalam air. Pada sirup obat batuk terdapat zat-zat yang tidak larut, melainkan hanya mengendap. Sebelum obat ini diminum, maka harus dikocok terlebih dahulu agar zat-zat di dalamnya tercampur merata.

Koloid merupakan campuran antara dua zat atau lebih, di mana salah satu zat penyusun tersebar ke dalam zat penyusun yang lain. Koloid terdiri dari fase pendispersi dan fase terdispersi. Contohnya debu, asap pembakaran, keju, awan, kabut, cat, tinta, susu, margarin, dan tepung kanji dalam air. Pada susu, butiran minyak tersebar dalam air. Sementara pada margarin, butiran air tersebar dalam minyak.

Dalam kenyataannya, banyak hasil dari produk industri yang diperlukan dalam kehidupan sekarang ini berupa zat-zat yang berupa koloid, baik sebagai bahan makanan, bahan bangunan maupun produk-produk lain. Salah satu contoh pemanfaatan koloid adalah sebagai berikut:

- Koloid dapat digunakan sebagai pemutih gula tebu. Larutan gula yang berwarna dilewatkan dalam sistem koloid, yaitu meneral yang berpori dan akhirnya dilewatkan dalam arang yang menyerap warna gula, sehingga larutan gula menjadi jernih tidak berwarna. Dalam hal ini, zat yang bersifat sebagai koloid adalah arang, prinsip yang digunakannya adalah adsorpsi.
- Koloid dapat digunakan sebagai bahan penjernih air. Tawas bila dilarutkan ke dalam air akan terhirolisis menjadi koloid. Koloid tersebut dapat menterap zat-zat warna dalam air, sehingga air menjadi tidak berwarna dan jernih.
- Penyembuhan sakit perut disebabkan oleh bakteri dapat di atas dengan koloid. *Norit* atau *oralit* dapat menyembuhkan sakit perut karena dalam usus membentuk sistem koloid yang mengadsorpsi bakteri, sehingga bakteri itu mati.

## b. Kelarutan Zat

Pada waktu membuat larutan gula, kita memasukkan satu sendok gula ke dalam segelas air panas. Gula tersebut akan larut di dalam air panas. Akan tetapi, jika gula tersebut ditambahkan terus menerus ke dalam larutan, maka suatu saat gula tersebut sudah tidak dapat larut lagi atau gula telah jenuh. Jumlah gula yang harus ditambahkan ke dalam air panas untuk menghasilkan larutan jenuh itu disebut sebagai kelarutan.

Kelarutan suatu zat berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat adalah sebagai berikut:

### 1) Pengaruh Suhu terhadap Kelarutan Zat

Kembali kita membuat larutan gula, kali ini kita membuat dua gelas larutan gula. Gelas pertama berisi air panas, sedangkan gelas kedua berisi air dingin. Gelas manakah yang gulanya lebih cepat larut? Jawabannya tentu saja pada gelas yang berisi air panas. Suhu sangat mempengaruhi proses kelarutan suatu zat karena semakin tinggi suhu energi kalornya juga semakin besar. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi suhu kelarutan suatu zat juga semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

### 2) Pengaruh Ukuran Zat Terlarut terhadap Kelarutan Zat

Untuk zat terlarut yang berwujud padat, ukuran zat terlarut dapat mempengaruhi proses kelarutan. Jika kita melarutkan garam halus pada suatu wadah yang berisi air dan garam bongkahan pada wadah lainnya yang juga berisi air. Garam manakah yang lebih cepat larut? Jawabannya tentu saja garam halus. Mengapa demikian? Garam terdiri dari partikel-partikel kecil. Jumlah partikel yang bersentuhan dengan air lebih banyak pada garam halus daripada jumlah partikel pada garam batangan, karena

garam halus sudah terurai. Oleh karena itu, semakin kecil ukuran partikel semakin besar kelarutan suatu zat.

### 3) Pengaruh Jumlah Zat Pelarut terhadap Kelarutan Zat

Coba masukan masukkan masing-masing 50 gram garam pada dua buah gelas dengan volume air berbeda, namun kedua mempunyai suhu yang sama! Gelas pertama berisi 100 ml air panas, sedangkan gelas kedua berisi 200 ml air panas. Pada gelas manakah garam cepat larut? Jawabannya adalah garam pada gelas kedua. Jadi volume zat pelarut dapat mempengaruhi kelarutan suatu zat. Semakin besar volume zat pelarut, semakin cepat juga zat dapat terlarut.

Dalam kehidupan sehari-hari, terkadang kita menemukan suatu zat yang terdiri dari campuran homogen dan heterogen sekaligus. Sebagai contoh, air sungai dan air laut. Pada air sungai terdapat campuran homogen, yaitu berbagai senyawa yang larut dalam air. Selain itu, terdapat butiran-butiran tanah dan kerikil yang bercampur dengan air membentuk campuran heterogen. Demikian pula pada air laut. Air dan garam dapur bercampur membentuk campuran homogen, sedangkan air dan butiran pasir membentuk campuran heterogen. Jadi, campuran homogen dan heterogen tidak selalu berada dalam keadaan terpisah.

Campuran dapat dipisahkan dengan relatif lebih mudah melalui berbagai metode pemisahan campuran sederhana. Air sungai yang keruh merupakan campuran, sehingga kita bisa mendapatkan air yang jernih dari air sungai tersebut melalui metode pemisahan campuran. Metode atau

cara pemisahan campuran dapat dilakukan secara fisika maupun dengan penambahan zat kimia (tawas) melalui pembentukan koloid. Metode pemisahan campuran secara fisika, yaitu filtrasi akan dikupas lebih dalam pada bab penjernihan air.

## D. Kohesi dan Adhesi

Setiap zat memiliki molekul-molekul yang saling terikat satu dengan yang lainnya. Gaya ikatan antar molekul tersebut ada yang sangat kuat dan ada pula yang sangat lemah. Akibat dari perbedaan gaya ikatan antar molekul inilah zat dikelompokkan menjadi tiga; zat padat, zat cair dan gas.

Partikel zat padat atau zat cair bisa tetap menyatu membentuk suatu benda karena adanya gaya tarik menarik antar partikel. Gaya tarik antar partikel zat sejenis disebut kohesi. Gaya kohesi antar partikel zat padat mempunyai kekuatan yang paling besar, kemudian zat cair, dan terakhir gas. Gaya kohesi yang besar menyebabkan zat padat sulit dipotong.

Jika kita memasukkan air ke dalam gelas yang kering, kemudian menumpahkannya kembali, gelas menjadi basah. Sebagian air menempel pada dinding gelas karena adanya gaya tarik antar partikel air dengan partikel dinding gelas. Kedua partikel tersebut tidak sejenis. Air berbeda dengan partikel dinding gelas. Gaya tarik antara partikel yang tidak sejenis disebut adhesi.

Gaya tarik kohesi menyebabkan partikel cenderung berkumpul dengan zat sejenis. Sebaliknya, gaya tarik adhesi menyebabkan partikel cenderung meniadakan zat yang sejenis. Ketika menulis, tinta menempel pada kertas meskipun kertas

dan tinta merupakan zat yang berbeda. Ketika itu partikel tinta cenderung meninggalkan tinta dan bergabung dengan partikel kertas. Berarti, terjadi gaya tarik adhesi antara partikel tinta dengan partikel kertas.

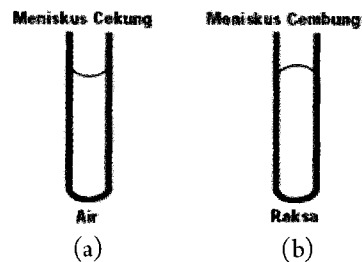
Sifat campuran dua zat sangat ditentukan oleh gaya kohesi dan gaya adhesi. Dalam hal ini kita mengenal tiga kondisi berikut:

- Jika gaya kohesi antara partikel zat yang berbeda lebih besar daripada gaya adhesinya, kedua zat tidak dapat bercampur. Contohnya, air yang dicampur dengan minyak goreng.
- Jika gaya adhesi antar partikel zat yang berbeda sama besar dengan gaya kohesi partikel zat yang sama, kedua zat tersebut akan tercampur dengan merata. Contohnya, jika air dicampur dengan alkohol
- Jika gaya adhesi antar partikel zat yang berbeda lebih besar, kedua zat akan saling menempel. Contohnya air yang menempel di kaca.

Berdasarkan sifat-sifat di atas, maka munculah fenomena meniskus, tegangan permukaan dan kapilaritas seperti pembahasan berikut ini:

### a) Meniskus Permukaan Zat Cair

Meniskus adalah peristiwa permukaan zat cair yang melengkung. Mengapa bisa terjadi demikian? Mari kita tuangkan air pada dua tabung reaksi. Tabung pertama tidak diberi perlakuan apapun, sedangkan tabung kedua terlebih dahulu diolesi dengan minyak goreng.



Gambar. (a) permukaan air berbentuk cekung pada tabung reaksi;  
(b) permukaan air berbentuk cembung karena dinding tabung diolesi terlebih dahulu dengan minyak.

Sumber : [www.modulfisika.blogspot.com](http://www.modulfisika.blogspot.com)

Pada tabung pertama permukaan air berbentuk cekung sehingga disebut *meniskus cekung*. Sebaliknya, permukaan air pada tabung reaksi yang diolesi minyak goreng berbentuk cembung dan disebut *meniskus cembung*.

#### b) Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah suatu keadaan permukaan zat cair yang menegang. Permukaan air tegang akibat adanya gaya tarik antar molekul air di permukaan. Dengan kata lain, terdapat gaya kohesi pada molekul-molekul air di permukaan. Gaya kohesi ini selalu berusaha untuk memperkecil luas permukaan air. Akibatnya, permukaan air seolah-olah diselimuti lapisan tipis yang tegang. Air yang berada pada keadaan seperti ini dikatakan memiliki tegangan permukaan.

Tegangan permukaan dapat diamati pada wadah yang diisi larutan hingga hampir penuh. Pada saat dituangkan ke dalam wadah, larutan naik perlahan-lahan, menggelembung di sekitar pinggiran wadah, sebelum akhirnya tumpah. Sesaat sebelum tumpah, larutan sedikit tertahan berkat adanya gaya tegangan

permukaan. Namun, bertambahnya larutan yang dituangkan ke dalam wadah menyebabkan tegangan permukaan tidak dapat lagi menahan tekanan zat cair. Akibatnya, larutan pun tumpah ke sekitar wadah.



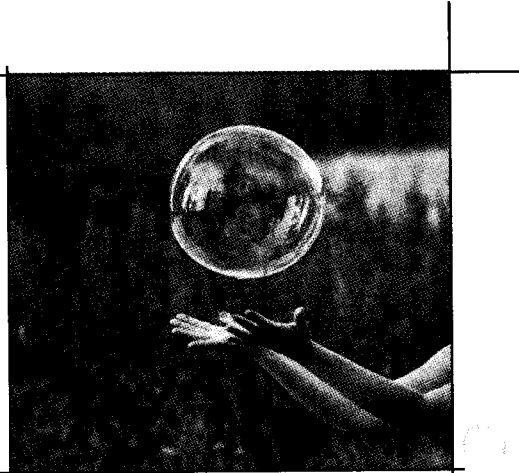
Silet mengapung di permukaan air akibat adanya tegangan permukaan.

Sumber : [www.estuvideo.com](http://www.estuvideo.com)

Sebuah silet dapat dibuat “terapung” di permukaan air jika ditempatkan secara hati-hati. Gaya-gaya yang menopang silet bukan gaya apung, tetapi disebabkan oleh tegangan permukaan. Bila sebuah silet ditempatkan ke dalam permukaan cairan secara hati-hati, molekul-molekul permukaan agak ditekan dan molekul-molekul tetangganya mendorong mereka ke atas, untuk menopang silet tersebut. Jadi permukaan cairan seperti selaput elastik yang diregangkan.

Kita semua mengetahui bahwa tetesan air cenderung berbentuk bola. Bentuk tersebut diperoleh karena gaya kohesi antar partikel air jauh lebih besar daripada gaya tarik adhesi antara partikel air dengan udara yang dilalui tetesan air. Oleh

sebab itu, terjadilah tegangan permukaan yang menyebabkan tetesan-tetesan air cenderung berbentuk bola. Ketika tetesan itu terbentuk, tegangan permukaan menarik permukaannya bersama-sama, dengan meminimumkan luas permukaannya menyebabkan tetesan air cenderung berbentuk bola.



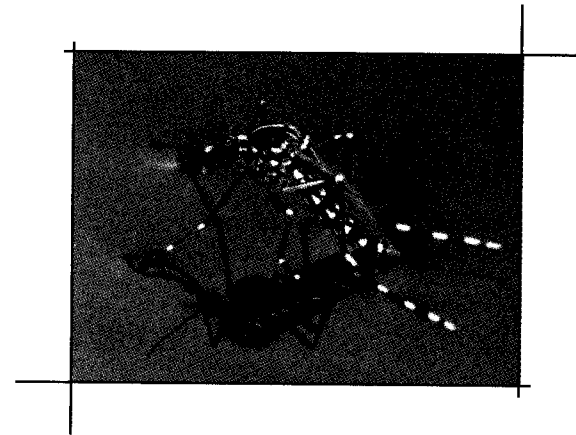
**Gambar. Tetesan air cenderung berbentuk bola**

*Sumber : [www.manisnyaimandihati.blogspot.com](http://www.manisnyaimandihati.blogspot.com)*

Mengapa mencuci dengan air panas menghasilkan cucian yang lebih bersih? Hal itu dikarenakan tegangan pada permukaan air dipengaruhi oleh suhu. Semakin tinggi suhu air makin kecil tegangan permukaan air, dan ini berarti makin besar kemampuan air untuk meresap ke dalam serat-serat pakaian. Karena itu mencuci dengan air panas menyebabkan kotoran pakaian lebih mudah larut dalam air. Hasil cucian menjadi lebih bersih dibandingkan dengan menggunakan air biasa.

Larva nyamuk dapat bergerak-gerak di permukaan air berkat tegangan permukaan. Namun, larva ini akan tenggelam dan mati

jika pada air dituangkan sedikit minyak. Hal ini karena tegangan permukaan air menjadi berkurang sehingga tidak dapat lagi menopang berat larva.



**Nyamuk dapat berjalan di atas permukaan air akibat adanya tegangan permukaan**

*Sumber: [www.tunktuink59.detik.com](http://www.tunktuink59.detik.com)*

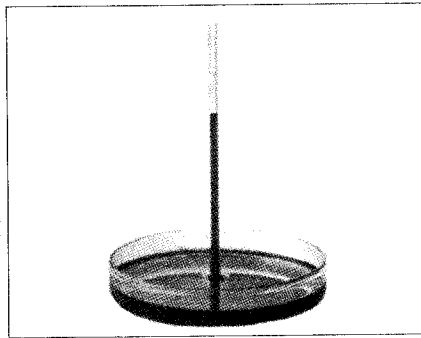
Sabun atau deterjen yang digunakan untuk mencuci, bertujuan untuk menurunkan tegangan permukaan air. Semakin kecil tegangan permukaan air akan mempermudah partikel air meresap pada serat-serta pakaian dan melepaskan partikel-partikel kotoran. Tanpa menggunakan sabun atau deterjen, air sulit meresap ke dalam serat-serat pakaian.

Kulit yang luka dapat diolesi antiseptik. Antiseptik selain didesain memiliki daya bunuh kuman, juga memiliki tegangan permukaan rendah. Tegangan permukaan rendah menyebabkan antiseptik dapat membasahi seluruh luka.



### c) Kapilaritas

Kapilaritas adalah peristiwa naiknya air dalam pipa kapiler, dimana pipa kapiler merupakan pipa yang memiliki diameter yang sangat kecil. Jika rongga pipa sangat kecil, massa zat cair yang ada di dalam pipa juga kecil. Gaya adhesi antara dinding pipa dengan zat cair sanggup mengangkat zat cair dalam pipa beberapa sentimeter atau bahkan beberapa meter jika rongga pipa sangat kecil. Sebaliknya, jika ukuran rongga pipa lebar, lebih banyak massa zat cair yang harus diangkat oleh gaya adhesi. Oleh karena itu, permukaan zat cair hanya naik sedikit.



**Gambar. Naiknya permukaan air pada pipa kapiler**

*Sumber : [www2.jogjabelajar.com](http://www2.jogjabelajar.com)*

Efek kapilaritas banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kapilaritas menyebabkan naiknya minyak pada sumbu kompor. Kapilaritas juga menyebabkan air menyebar di kertas penghisap, meskipun air hanya disentuh di ujung kertas. Misalnya, pada saat kita menyeka keringat dengan tisu. Naiknya air dari akar ke daun tumbuh-tumbuhan juga akibat adanya efek kapilaritas.



**Gambar : peristiwa kapilaritas pada tumbuhan. Air meresap dari batang hingga ke daun mengakibatkan warna daun menjadi merah**

*Sumber : [www.dhita04.wordpress.com](http://www.dhita04.wordpress.com)*

Di hutan yang lebat ada pohon yang mencapai ketinggian 100 m, pohon mendapatkan air dan mineral dari tanah melalui akar. Jika tidak ada efek kapilaritas, air dari akar maksimal hanya dapat mencapai ketinggian 10 m saja. Dengan demikian pohon yang paling tinggi seharusnya hanya sekitar 10 m.

Dengan adanya kapilaritas, air dapat naik pada rongga kecil hingga ketinggian 2 800 m. Efek kapilaritas inilah yang mengangkat air dari akar ke daun dan bagian-bagian lain dari pohon. Semakin efektif efek kapilaritas yang terjadi pada batang pohon, semakin

tinggi batang pohon dapat tumbuh. Kapilaritas akan efektif jika ruang antar serabut-serabut batang pohon kecil. Pohon yang tinggi umumnya memiliki ruang antar serabut batang yang sangat sempit. Sebaliknya, pohon yang pendek seperti pada jagung, memiliki ruang antar serabut batang yang cukup besar.

Selain bermanfaat, gejala kapiler juga dapat menimbulkan masalah. Salah satu contoh adalah basahnya dinding dalam rumah pada waktu musim hujan. Air hujan yang mengenai dinding luar dapat merembes ke dinding dalam melalui pori-pori dinding karena gejala kapilaritas. Pori-pori pada dinding terbentuk karena campuran adukan semen yang tidak tepat (terlalu banyak mengandung air). Untuk mengatasi masalah ini, tentu saja campuran adukan semen haruslah tepat sehingga tidak terbentuk pori-pori yang dapat berfungsi sebagai pipa kapiler.

Pada musim hujan, bagian dinding bawah yang dekat dengan tanah sangat berair. Air ini dapat melalui batubata menuju ke atas (gejala kapiler) dan membasahi dinding, sehingga dinding rumah menjadi berair (lembab). Dinding rumah yang lembab tidak sehat bagi penghuninya, karena itu harus di atasi. Untuk mengatasi hal tersebut, rumah-rumah didesain memiliki suatu lapisan perintang kedap air yang khusus dipasang di lapisan batu bata yang dekat dengan tanah. Selain itu, lapisan perintang juga akan menghentikan naiknya air ke atas dinding rumah.

## **E. Air adalah Sumber Kehidupan**

Air adalah elemen yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena banyak manfaat yang diberikan air untuk makhluk

hidup. Untuk itu, kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dari air. Berikut adalah fungsi-fungsi penting air dalam kehidupan.

### **1. Air Memperbaiki Daya Tahan Tubuh**

Kita akan mampu bekerja lebih keras atau berat bila mendapatkan air yang cukup. Sebagai tambahan, air dapat memperkuat daya tahan tubuh kita. Karena air dapat menaikkan simpanan glycogen, suatu bentuk dari karbohidrat yang tersimpan dalam otot dan digunakan sebagai energi saat kita bekerja.

Rasa lapar kadang merupakan penyamaran dari rasa haus. Ketika kita mengalami dehidrasi (kekurangan air) kita mungkin merasa ingin makan padahal yang dibutuhkan sebenarnya adalah air. Kita juga dapat memanfaatkan efek rasa kenyang dari minum air untuk mencegah makan berlebihan. Seseorang yang kekurangan makan masih dapat bertahan sampai beberapa hari, tapi kekurangan air bisa berakibat fatal, karena air merupakan bagian terbesar dari komposisi tubuh manusia.

Tubuh kita akan menurun kondisinya bila kadar air menurun dan pengisian kurang cepat dilaksanakan. Jelas, karena ada hubungan yang sangat erat antara kualitas dan kandungan air dalam tubuh dengan respons tubuh kita. Dr. James M. Rippe, kardiolog dari AS menyarankan untuk minum paling sedikit 1 l lebih banyak dari apa yang dibutuhkan rasa haus kita. Pasalnya, kehilangan 4% cairan saja akan mengakibatkan penurunan kinerja kita sebanyak 22%! Bisa dimengerti bila kehilangan 7%, kita akan mulai merasa lemah dan lesu.

Semakin banyak kita melakukan aktivitas, air akan lebih banyak terkuras dari tubuh. Apalagi orang yang tinggal di negara

tropis di mana energi yang dikeluarkan lebih banyak. Sebab itu, para pakar kesehatan mengingatkan agar jangan hanya minum bila terasa haus. Biasakanlah banyak minum, baik sedang haus maupun tidak, demi kesehatan tubuh kita.

Bekerja di ruang ber-AC pun menuntut kita untuk minum lebih banyak, sekalipun tidak merasa haus. Sebab, di ruangan ber-AC kita akan lebih cepat mengalami dehidrasi. Bahwa banyak minum akan membantu kulit tidak cepat kering penting diperhatikan tak hanya oleh mereka yang sehari-hari bekerja di ruang ber-AC, namun juga oleh mereka yang bekerja dalam ruangan yang suhunya tidak tetap. Suhu naik turun menyebabkan kelembapan ruangan juga tidak menentu. Dimana air minum akan membantu menetralkan pengaruh perubahan tersebut.

Air putih juga bersifat “menghanyutkan” kotoran-kotoran dalam tubuh yang akan lebih cepat keluar lewat urine. Bagi yang ingin menguruskan badan pun, minum air hangat sebelum makan (sehingga merasa agak kenyang) merupakan satu cara untuk mengurangi jumlah makanan yang masuk. Apalagi air tidak mengandung kalori, gula, ataupun lemak. Namun yang terbaik adalah minum air putih pada suhu sedang; tidak terlalu panas, dan tidak terlalu dingin. Air sangat menunjang kebugaran, kesehatan dan kecantikan tubuh. Tak ada salahnya jika kita bersahabat dengan air, dengan terus memanfaatkan khasiatnya.

## 2. Air Mengurangi Resiko terhadap Berbagai Macam Penyakit

Para peneliti saat ini meyakini bahwa cairan atau tepatnya air dapat berperan aktif dalam mengurangi resiko terhadap beberapa

penyakit seperti: batu ginjal, kanker saluran kencing, kanker kandung kemih, dan kanker usus besar (colon). Minum cukup air dapat pula menghindari sembelit. Para peneliti menyatakan bahwa dehidrasi dapat mengakibatkan migrain atau sakit kepala, jadi bila kita sering mengalami migrain adalah sangat penting untuk minum air dalam jumlah yang cukup.

Dengan minum banyak air membantu kulit tetap kenyal dan kencang serta mengurangi garis-garis dan kerut pada wajah. Air dapat menangkalkan rasa letih akibat melakukan perjalanan, udara panas dapat menyebabkan kita dehidrasi dan akan menimbulkan rasa letih pada saat dan setelah perjalanan. Jangan lupa untuk meminum banyak air sebelum melakukan perjalanan, dan minumlah satu gelas setiap jamnya (ketika dalam perjalanan).

Selain itu, terdapat berbagai macam pengobatan alternatif ditawarkan dengan cara berendam di dalam air mengandung magnet, kadar garam tinggi, belerang atau zat kimia lain yang bisa meningkatkan kesehatan.

Di daerah Ciater misalnya (sekitar 32 km utara Bandung), masyarakat sudah lama mengenalnya sebagai daerah wisata sejuk dengan daya tarik tambahan, yaitu air panas alami yang begitu terkenal. Mereka meyakini, air panas alami di sana dapat membantu mengobati penyakit. Memang, berdasarkan penelitian, air panas Ciater mengandung bahan mineral aluminium cukup tinggi. Menurut klasifikasi balneologi (ilmu yang mempelajari khasiat terapi mandi), air panas Ciater termasuk dalam kategori *calcium magnesium chloride sulfate thermomineral hypertherma* dengan kandungan aluminium tinggi (38,5%) serta pH sangat asam (2,45).

Selain untuk pengobatan kulit, air Ciater efektif untuk pengobatan kelumpuhan, misalnya karena stroke. Air ini bisa membantu memperkuat kembali otot-otot dan ligamen serta memperlancar sistem peredaran darah dan sistem pernapasan. Efek hidrostatis dan hidrodinamik air Ciater membantu menopang berat badan saat latihan berjalan. Sedangkan efek panas menyebabkan pelebaran pembuluh darah, meningkatkan sirkulasi darah dan oksigenisasi jaringan, sehingga mencegah kekakuan otot, menghilangkan rasa nyeri serta menenangkan pikiran.

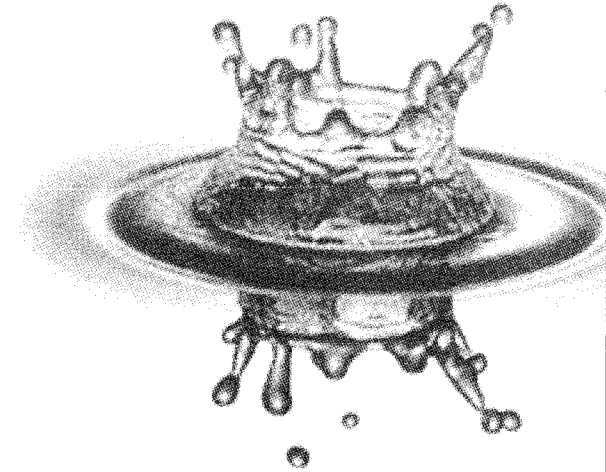
Kandungan ion-ion terutama klor, magnesium, hidrogen karbonat dan sulfat dalam air panas Ciater dapat membantu pelebaran pembuluh darah sehingga meningkatkan sirkulasi darah. Selain itu pH airnya mampu mensterilkan kulit. Mengapa demikian? Karena kadarnya yang sangat asam, sehingga kuman-kuman pun akan mati.

Di Laut Mati, yang kadar garamnya paling tinggi sedunia, wisatawan pun dianjurkan berendam untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Selain itu, cipratan air mancur pun dapat dijadikan pijatan, sehingga tubuh akan merasa lebih relaks. Para pakar pengobatan alternatif bahkan menyatakan, bersentuhan dengan air mancur, berjalan-jalan di sekitar air terjun, atau sungai dan taman dengan banyak pancuran, akan memperoleh khasiat ion-ion negatif.

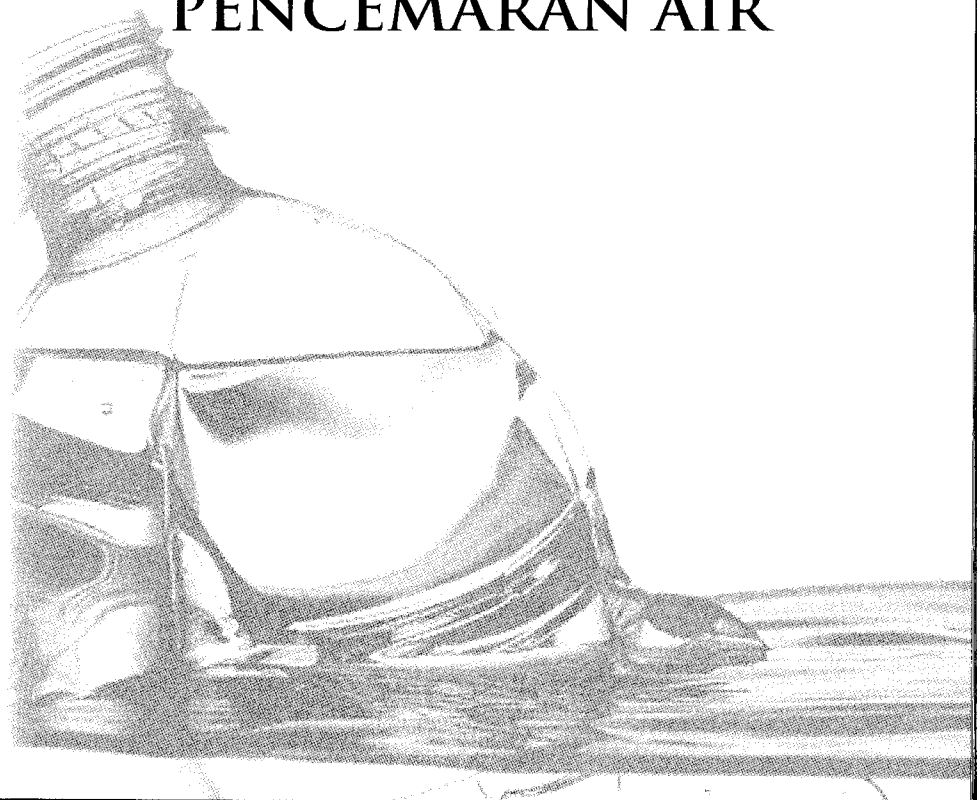
Ion-ion negatif yang timbul karena butiran-butiran air yang berbenturan itu bisa meredakan rasa sakit, menetralkan racun, memerangi penyakit, serta membantu menyerap dan memanfaatkan oksigen. Ion negatif dalam aliran darah akan mempercepat pengiriman paket oksigen ke dalam sel dan jaringan. Manfaat air lainnya bisa dirasakan ketika mandi menggunakan *shower*, yaitu dapat menghasilkan ion negatif.

Mengapa air dapat mengurangi terhadap resiko berbagai macam penyakit? Jawabannya adalah karena sesungguhnya air mempunyai fungsi yang utama, antara lain:

- 1) Membentuk sel-sel baru, memelihara dan mengganti sel-sel yang rusak.
- 2) Melarutkan dan membawa nutrisi-nutrisi, oksigen dan hormon ke seluruh sel tubuh yang membutuhkan.
- 3) Melarutkan dan mengeluarkan sampah-sampah dan racun dari dalam tubuh kita.
- 4) Katalisator dalam metabolisme tubuh.
- 5) Pelumas bagi sendi-sendi.
- 6) Menstabilkan suhu tubuh.
- 7) Meredam benturan bagi organ vital.
- 8) Dengan menggunakan air secukupnya khususnya minum, tubuh kita akan selalu segar dan kesehatan pun tetap terjaga.



## BAB II PENCEMARAN AIR



Definisi pencemaran air mengacu pada definisi lingkungan hidup yang ditetapkan dalam UU tentang lingkungan hidup yaitu UU No. 23/1997. Dalam PP No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Pencemaran air didefinisikan sebagai: *“Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya”* (Pasal 1, angka 2).

## A. Sumber Pencemaran Air

Dewasa ini, dengan padatnya daerah perkotaan, dan merambahnya perindustrian membuat air menjadi tercemar. Dimana sumber pencemaran air terjadi pada daerah industri dan daerah yang padat penduduknya. Walaupun telah ada persyaratan tertentu bagi proses industri untuk tidak mencemari lingkungan, dan melakukan kegiatan analisis dampak lingkungan (AMDAL), namun masih banyak limbah-limbah pabrik yang mencemari air. Padahal, proses industri tersebut telah dihimbau agar tidak berakibat merusak kelestarian lingkungan. Untuk lebih jelasnya, kita akan membahas mengenai limbah-limbah yang menjadi sumber pencemaran air.

## 1. Limbah Pertanian

Dalam bidang pertanian, banyak digunakan zat kimia untuk memelihara dan menyuburkan pertanian. Misalnya, penggunaan senyawa organoklor yang difungsikan sebagai insektisida (pembasmi serangga hama), penggunaan fungisida (pembasmi cendawan), dan penggunaan herbisida (pembasmi rumput-rumputan). Contoh organoklor untuk insektisida adalah DDT ( $C_{14}H_9Cl_5$ ) dan endrin ( $C_{12}H_7OCl_6$ ). Penggunaan insektisida yang berlebihan apabila terlarut dalam air kolam, parit irigasi, dan air sungai akan mengakibatkan ikan, katak, dan bakteri yang hidup di air akan mati. Hal itu berdampak dengan terputusnya siklus rantai kehidupan pada ekosistem di daerah tersebut.

Pupuk pertanian di satu pihak membantu kita untuk meningkatkan produksi pangan. Namun, kelebihan penggunaan pupuk pun akan menyebabkan pencemaran air. Kelebihan pupuk tersebut tidak berguna bagi tanaman, bahkan kalau terlarut dalam air akan terbawa oleh aliran air, pupuk akan terkumpul di suatu tempat, misalnya saluran irigasi, empang danau, dan waduk. Pupuk tersebut akan menyuburkan tumbuhan-tumbuhan air.

Jenis tumbuhan air tersebut tumbuhnya begitu cepat sehingga sifatnya mengganggu. Eceng gondok misalnya, ia menjadi masalah yang belum terpecahkan. Gangguan akibat eceng gondok yaitu :

- 1) Menutupi permukaan air sawah, selokan, empang, danau, dan waduk yang menyebabkan berkurangnya sinar ultraviolet yang masuk ke dalam air, sehingga menghambat proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan air dan kadar oksigen dalam air akan berkurang.

- 2) Mengurangi kelarutan oksigen dari udara ke dalam air sehingga mengganggu kehidupan ikan di air dan mematikan fitoplankton.

## 2. Limbah Industri

Limbah industri jika tidak diolah terlebih dahulu dapat merusak lingkungan. Berikut beberapa limbah industri yang cukup berbahaya bagi manusia.

### a) Pencemaran Merkuri (Hg dan senyawa Hg)

Merkuri dan senyawanya digunakan di dalam industri pembuatan gas  $Cl_2$  dan soda api dari larutan NaCl. Gas klor banyak digunakan untuk zat pemutih pada industri kertas, kain, pencuci hama, dan sebagainya. Senyawa  $HgCl_2$  digunakan sebagai katalis di dalam proses industri polimer poli vinil clorida (PVC). Limbah industri tersebut dibuang ke laut dan aliran sungai, tanpa melalui pengolahan secara aman terlebih dahulu, sehingga Hg serta senyawa Hg terbawa aliran sungai dan tenggelam di dasar laut atau sungai, dimana berat jenis Hg dan senyawanya lebih besar daripada berat jenis air laut dan air sungai.

Bakteri di dasar sungai aktif terhadap Hg dan senyawanya membentuk senyawa Hg yang larut dalam air. Bakteri yang mengandung senyawa Hg ada yang dimakan oleh ikan kecil di air, yang kemudian dimakan oleh ikan yang lebih besar atau binatang laut lainnya. Ikan dan binatang laut tersebut dimakan manusia. Jadi, perpindahan senyawa Hg dari dasar laut atau sungai berpindah melalui rantai makanan dari binatang kecil sampai pada manusia.

Kasus pencemaran senyawa Hg yang telah banyak dikenal yaitu yang terjadi di Teluk Minamata, salah satu teluk di Pulau Kyushu, Jepang. Di daerah tersebut pernah terjadi epidemi penyakit kejang-kejang atau kekakuan otot yang menyerang anak-anak muda di Jepang. Kasus tersebut pernah di teliti oleh seorang ahli kesehatan Jepang, dan ternyata bahwa rakyat di daerah tersebut telah keracunan Hg dan senyawa Hg.

Disebutkan bahwa kadar Hg dan senyawa Hg dalam tubuh ikan dari pantai tersebut sangat tinggi. Hg dan senyawa Hg tersebut berasal dari pabrik PVC. Kejadian tersebut mengakibatkan dua puluh orang meninggal karena keracunan Hg dan senyawanya pada tahun 1960. Hal tersebut juga dialami oleh ibu-ibu hamil, bayi dalam kandungan yang terkena limbah Hg dan senyawanya, sehingga mengalami kelainan pertumbuhan atau hambatan pertumbuhan setelah bayi lahir.

#### **b) Minyak sebagai Pencemar Air**

Sebagian besar minyak pencemar berasal dari cara kerja kapal. Kapal atau tanker yang minyaknya sudah dipompa ke luar saat berlabuh menjadikannya dalam keadaan tidak stabil dan tidak seimbang. Untuk mencapai kestabilan kembali, air laut dipompa kembali ke dalam tangki minyak yang kosong, dimana air laut akan bercampur dengan sisa minyak dalam tangki tersebut. Ketika kapal tersebut kembali mengangkut minyak, air laut yang bercampur dengan minyak yang berada di dalam tanker langsung dipompa ke lepas pantai.

Akibat dari peristiwa tersebut, minyak yang berat jenisnya lebih kecil daripada berat jenis air laut akan mengapung dan menutupi permukaan air laut. Keadaan demikian tidak menguntungkan bagi kehidupan di dalam laut, karena lapisan tipis minyak akan mengurangi daya serap gas oksigen serta karbondioksida dari udara, bahkan menghalangi sinar matahari yang akan masuk ke dalam air laut. Hal tersebut sangat mengganggu proses fotosintesis tumbuhan laut. Berkurangnya oksigen yang terlarut akan mengganggu kehidupan ikan dan binatang laut lainnya.

Pantai-pantai yang permukaan airnya tertutup lapisan minyak, akan sangat mengganggu kehidupan burung-burung air pencari dan pemangsa ikan. Burung yang bulunya terkena minyak, mengalami kesulitan untuk terbang dan berenang, sehingga burung akan mati.

## **B. Limbah Rumah Tangga**

Limbah rumah tangga yang banyak mencemari lingkungan adalah sampah jenis plastik dan detergen. Limbah sampah plastik tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme seperti halnya sampah organik. Apabila berkumpul di selokan dapat menyumbat saluran air, dimana ketika musim hujan datang, sampah pada selokan akan menjadi penyumbat aliran air, sehingga mengakibatkan genangan air dan menjadi banjir. Air yang menggenang akan menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk dan kuman-kuman penyebab penyakit.



Penduduk yang tinggal di pemukiman, perumahan, dan perkampungan dalam kesehariannya menggunakan detergen untuk mencuci pakaian, perkakas rumah tangga, bahkan mungkin kendaraan bermotor. Detergen mempunyai daya larut terhadap minyak maupun lemak cukup baik, sehingga daya bersihnya terhadap kotoran minyak dan bahan lainnya cukup tinggi. Namun, limbah dari detergen sukar diuraikan oleh mikroorganisme sehingga limbah detergen tetap aktif dalam waktu bertahun-tahun. Pencemaran air oleh detergen buih yang menutup permukaan air selokan, sungai, kolam, dan sebagainya, akan mengurangi daya larut oksigen dari udara ke dalam air.

Hal tersebut mempengaruhi kehidupan di dalam air, misalnya kehidupan ikan dan penguraian sampah oleh mikroorganisme menjadi terhambat. Senyawa detergen yang mengandung fosfat bersifat sebagai pupuk sehingga dapat menyuburkan tumbuhan air, seperti eceng gondok yang mengganggu. Peristiwa tersebut disebut dengan istilah *eutrofikasi*.

Pada peristiwa *eutrofikasi*, perairan akan menjadi terlalu subur, sehingga terjadi ledakan jumlah alga dan fitoplankton yang saling berebut mendapat cahaya untuk fotosintesis. Karena terlalu banyak, alga dan fitoplankton akan mengalami kematian secara massal, serta terjadi kompetisi dalam mengonsumsi  $O_2$  karena terlalu banyak organisme pada tempat tersebut. Sisa respirasi menghasilkan banyak  $CO_2$ , sehingga kondisi perairan menjadi *anoxic* dan menyebabkan kematian massal pada hewan-hewan di perairan tersebut.

Peningkatan emisi  $CO_2$  akibat dari banyaknya kendaraan, penggunaan listrik berlebihan serta buangan industri akan memberi efek peningkatan kadar keasaman laut. Peningkatan  $CO_2$  akan berakibat buruk bagi manusia, yaitu pada kesehatan pernapasan.

Salah satu fungsi laut adalah sebagai penyerap dan penetral  $CO_2$  terbesar di bumi. Saat  $CO_2$  di atmosfer meningkat maka laut juga akan menyerap lebih banyak  $CO_2$  yang mengakibatkan meningkatnya derajat keasaman laut.

Hal ini mempengaruhi kemampuan karang dan hewan bercangkang lainnya untuk membentuk cangkang. Jika hal ini berlangsung secara terus menerus, maka hewan-hewan tersebut akan punah dalam jangka waktu dekat.

### C. Komponen Pencemaran Air

Saat ini hampir 10 juta zat kimia telah dikenal manusia, dan hampir 100.000 zat kimia telah digunakan secara komersial. Kebanyakan sisa zat kimia tersebut dibuang ke badan air atau air tanah. Sebagai contoh adalah pestisida yang biasa digunakan di pertanian, industri atau rumah tangga, detergen yang biasa digunakan di rumah tangga atau PCBs yang biasa digunakan pada alat-alat elektronik.

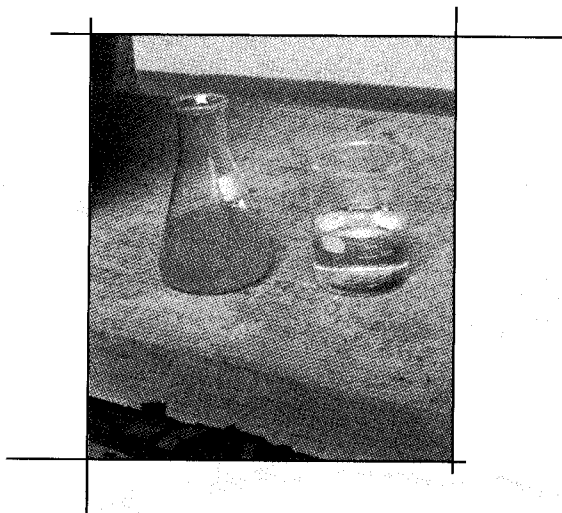
Menurut Wardhana (1995), komponen pencemaran air yang berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian dapat dikelompokkan sebagai bahan buangan:

- a) Padat.
- b) Cairan berminyak.
- c) Organik dan olahan bahan makanan.
- d) Berupa panas.
- e) Anorganik.
- f) Zat kimia.

## D. Indikator Pencemaran Air

Indikator bahwa air sudah tercemar adalah adanya beberapa perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

- 1) Adanya perubahan suhu. Dimana suhu air yang baik adalah suhu kamar  $\pm 22^{\circ}$ .
- 2) Adanya perubahan Ph
- 3) Adanya perubahan warna, bau dan rasa asin.
- 4) Adanya indikator alami seperti banyak ditemukannya ikan dan tumbuhan air yang mati
- 5) Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan dan lain sebagainya.

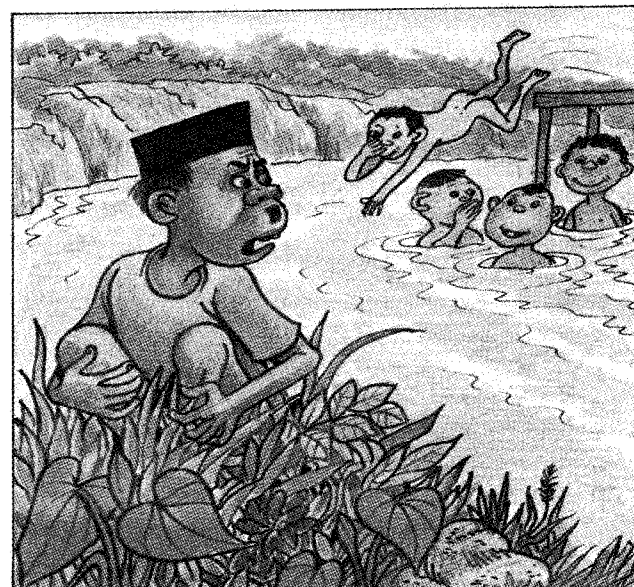


Tabung dengan air berwarna keruh merupakan air kotor, dan tabung dengan air bening merupakan air bersih.

Sumber: Dok. Pribadi

Bagaimana air bisa tercemar? Air tercemar akibat ulah manusia sendiri. Dengan berbagai aktivitas yang tidak pernah mepedulikan dan memperhatikan lingkungan, seperti berikut.

- a. Membiarkan sampah yang tidak diolah terlebih dahulu dibuang ke sungai dan laut, termasuk kotoran manusia yang dibuang ke selokan, sungai, atau danau. Sampah tersebut secara langsung akan mencemari air sungai dan air laut. Coba saja bayangkan, bagaimana jika air sungai yang tadinya bersih, dan biasa dipakai minum oleh masyarakat, bercampur dengan kotoran-kotoran tersebut. Tidak hanya akan mengotori sungai, tapi kuman dan bakteri yang terkandung di dalam kotoran tersebut, akan larut dan menyebar dalam air sungai, yang nantinya akan diminum oleh dan dipakai mandi oleh masyarakat.



Sumber: [www.anjrahuniversity.com](http://www.anjrahuniversity.com)

- b. Membuat kaleng, botol, plastik, dan ban bekas, ke selokan, sungai, atau laut. Kaleng, botol, plastik dan ban bekas adalah sampah yang tidak dapat teruraikan, sehingga bisa menyebabkan terjadinya penyumbatan terhadap air. Selain menyebarkan

bakteri dan kandungan zat berbahaya pada sampah-sampah tersebut, air sungai juga menjadi terhambat, dan menyebabkan banjir.

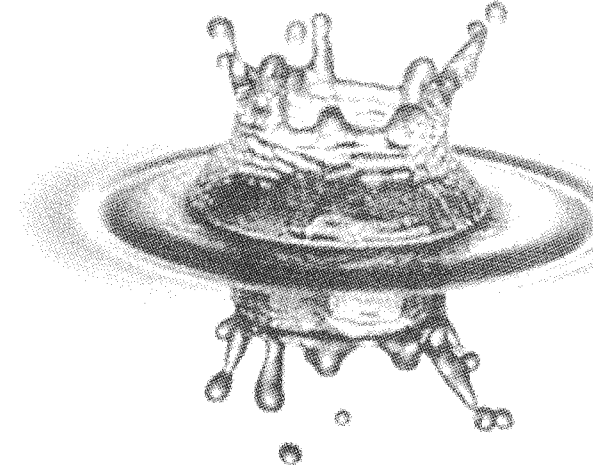
- c. Membiarkan pupuk dan pestisida tercuci ke sungai dan danau. Pemakaian bahan pemberantas hama (insektisida) pada lahan pertanian seringkali meliputi daerah yang sangat luas, sehingga sisa insektisida pada daerah pertanian tersebut cukup banyak. Sisa bahan insektisida tersebut dapat sampai ke air lingkungan melalui pengairan sawah. Dimana nantinya hujan yang jatuh pada daerah pertanian kemudian mengalir ke sungai atau danau di sekitarnya. Seperti halnya pada pencemaran udara, semua jenis bahan insektisida bersifat racun apabila sampai ke dalam air lingkungan.

Bahan insektisida dalam air sulit untuk dipecah oleh mikroorganisme. Kalau pun bisa, akan berlangsung dalam waktu yang lama. Waktu degradasi oleh mikroorganisme berselang antara beberapa minggu sampai dengan beberapa tahun. Bahan insektisida seringkali dicampur dengan senyawa minyak bumi sehingga air yang terkena bahan buangan pemberantas hama ini permukaannya akan tertutup lapisan minyak

- d. Membuang oli atau pelumas mobil atau kapal bekas di dekat sungai atau selokan.
- e. Membuang air panas ke sungai setelah digunakan untuk proses pendinginan di pabrik.
- f. Membuang sampah radioaktif ke laut. Tidak tertutup kemungkinan adanya pembuangan sisa zat radioaktif ke air lingkungan, terjadi secara langsung. Ini dimungkinkan karena penggunaan teknologi nuklir yang menggunakan zat radioaktif pada berbagai bidang sudah banyak dikembangkan, sebagai contoh adalah penggunaan teknologi nuklir pada bidang

pertanian, kedokteran, farmasi dan lain lain. Adanya zat radioaktif dalam air lingkungan jelas sangat membahayakan bagi lingkungan dan manusia. Zat radioaktif dapat menimbulkan kerusakan biologis baik melalui efek langsung atau tidak langsung.

- g. Membiarkan bahan kimia atau pupuk di tempat terbuka, sehingga air hujan dapat menghanyutkannya ke sungai.



## BAB III

### PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH POLUSI AIR



Pengaruh pencemaran air terhadap kesehatan manusia, dapat dikategorikan dari yang paling ringan sampai yang berat, serta berupa penyakit menular dan penyakit tidak menular. Berbagai penyakit berbahaya dapat diderita manusia akibat pencemaran air tersebut.

## A. Penyakit menular

Penyakit menular sangat berbahaya bagi manusia. Beberapa penyakit menular akibat pencemaran air adalah sebagai berikut:

### 1. *Hepatitis A*

Penyakit ini dapat menular melalui air yang tercemar dan makanan. Penyakit ini ditandai demam disertai rasa mual dan muntah. Hati membesar dan bola mata berwarna kuning. Upaya pencegahannya adalah dengan menjaga kebersihan lingkungan.

### 2. *Kolera*

Penyakit menular yang menyerang usus halus ini dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat. Penyakit ini ditandai dengan muntah dan berak yang terus-menerus sehingga menimbulkan kekurangan cairan (dehidrasi) berat.

### 3. *Tifus Abdominalis*

Penyakit menular ini menyerang usus halus, dan sering menimbulkan wabah terutama bila sanitasi buruk.

### 4. *Disentri Amoeba*

Penyakit menular yang menyerang perut ini disebabkan oleh protozoa. Penyakit ini tersebar di seluruh dunia, dengan gejala seperti buang air besar yang disertai lendir dan darah. Pencegahan kontaminasi makanan dan minuman adalah pencegahan terbaik.

### 5. *Ascariasis*

Penyakit cacingan ini disebabkan oleh cacing gelang. Biasanya terjadi pada lingkungan yang kotor dan tercemar, terutama bila membuang tinja di sembarang tempat.

### 6. *Scabies*

Penyakit kulit ini disebabkan oleh kutu kecil yang disebut *sarcoptes scabiei*. Penyakit ini berjangkit bila air lingkungan telah tercemar.

## B. Penyakit Tidak Menular

Penyakit tidak menular tetap merupakan bahaya besar, karena dapat mengakibatkan kematian. Penyakit ini muncul karena air telah tercemar oleh senyawa anorganik yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan, terutama industri yang banyak menggunakan unsur dari logam. Berikut ini beberapa jenis penyakit tidak menular karena pencemaran air.

### 1. *Keracunan Kadmium*

Kasus kematian penduduk Toyama yang mengeluh sakit pinggang bertahun-tahun, dimana sumbernya berasal dari beras yang telah tercemar logam kadmium.

### 2. *Keracunan Timbal*

Menyebabkan gangguan potensial pada syaraf, yang bila terjadi pada bayi dan anak-anak dapat mengurangi kecerdasan serta terhambatnya perkembangan pertumbuhan bayi dan anak.

### 3. *Keracunan Kobalt*

Dapat merusak kelenjar gondok dan menyebabkan sel darah berubah, dengan gejala pergelangan kaki membengkak, tekanan darah tinggi serta gagal jantung.

### 4. *Keracunan Merkuri*

Terjadi pada daerah tercemar limbah plastik. Kasus Minamata merupakan kasus terbesar karena merkuri.

### 5. *Keracunan Pestisida*

Keracuna pestisida biasanya terjadi karena pencemaran air oleh pertanian, industri dan rumah tangga. Efek yang ditimbulkan berupa kanker kulit, kanker paru, dan kanker hati. Pengendalian atau penanggulangan pencemaran air di Indonesia telah diatur melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 200, tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Salah satu upaya serius yang telah dilakukan pemerintah dalam pengendalian pencemaran air adalah melalui Program Kali Bersih (PROKASIH). Dalam program ini diupayakan penurunan beban limbah cair, terutama yang berasal dari kegiatan usaha skala menengah dan besar. Dimana

program tersebut dilakukan secara bertahap, agar beban pencemaran dari sumber-sumber lainnya dapat dikendalikan. Program ini juga berusaha untuk menata pemukiman di bantaran sungai dengan melibatkan masyarakat setempat.

Pada prinsipnya ada dua usaha untuk menanggulangi pencemaran, yaitu penanggulangan secara non-teknis dan secara teknis. Penanggulangan secara non-teknis dilakukan dengan cara menciptakan peraturan perundangan yang dapat merencanakan, mengatur dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sehingga tidak terjadi pencemaran. Peraturan perundangan ini bertujuan agar dapat memberikan gambaran secara jelas tentang kegiatan industri yang akan dilaksanakan, misalnya meliputi AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), pengaturan dan pengawasan kegiatan dan menanamkan perilaku disiplin.

Untuk penanggulangan secara teknis sendiri bersumber pada perlakuan industri terhadap perlakuan buangnya. Misalnya dengan mengubah proses, mengelola limbah atau menambah alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran. Sebenarnya penanggulangan pencemaran air dapat dimulai dari diri kita sendiri. Dalam keseharian, kita dapat mengurangi pencemaran air dengan cara mengurangi produksi sampah (*minimize*) yang kita hasilkan setiap hari. Selain itu, kita dapat pula mendaur ulang (*recycle*) dan mendaur pakai (*reuse*) sampah tersebut.

Kita juga harus memperhatikan bahan kimia yang terbuang dari rumah, karena saat ini kita telah menjadi masyarakat kimia, yang menggunakan ratusan jenis zat kimia dalam keseharian, seperti mencuci, memasak, membersihkan rumah, memupuk

tanaman, dan sebagainya. Kita harus bertanggung jawab terhadap berbagai sampah seperti makanan dalam kemasan kaleng, minuman dalam botol dan sebagainya, yang memuat unsur pewarna pada kemasannya dan kemudian terserap oleh air tanah pada tempat pembuangan akhir. Bahkan pilihan kita untuk bermobil atau berjalan kaki, turut menyumbangkan emisi asam atau hidrokarbon ke dalam atmosfer yang akhirnya berdampak pada siklus air alam.

Menjadi konsumen yang bertanggung jawab merupakan tindakan yang bijaksana. Kita harus betul-betul memperhatikan barang yang dikonsumsi, apakah nantinya akan menjadi sumber bencana yang persisten, eksplosif, korosif dan beracun atau *degradable* (dapat didegradasi alam)? Apakah barang yang kita konsumsi nantinya dapat meracuni manusia, hewan, dan tumbuhan aman bagi makhluk hidup dan lingkungan?

Teknologi dapat kita gunakan untuk mengatasi pencemaran air. Instalasi pengolahan air bersih, instalasi pengolahan air limbah, yang dioperasikan dan dipelihara baik, diharapkan mampu menghilangkan racun dari air yang tercemar. Penanggulangan pencemaran ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, karena akan didapat sumber air yang aman, bersih dan sehat.

## C. Hari Air Bersih Sedunia

Selama ini limbah masyarakat dan penduduk menghasilkan bahan-bahan berbahaya yang menyelinap dalam daur kehidupan, sehingga air bersih menjadi semakin langka karena pencemaran. Setiap tanggal 22 Maret diperingati Hari Air Sedunia, yang bertujuan untuk menyadarkan kita akan pentingnya air bersih, dengan mengupayakan usaha penyadaran dalam pengelolaan sumber-sumber air bersih yang berkelanjutan.

Sekilas cadangan air kita sangatlah tidak terhitung, mulai dari air di lautan, sungai, danau dan sumber-sumber air lainnya menutupi sebagian besar muka bumi ini. Tidak banyak yang tahu, bahwa sebenarnya yang hanya dapat diminum hanya 2,5 persennya saja. Cadangan air yang ada di planet ini sejak jutaan tahun lamanya, semakin lama semakin cepat habis atau sudah begitu tercemar, sehingga tidak layak lagi untuk digunakan.

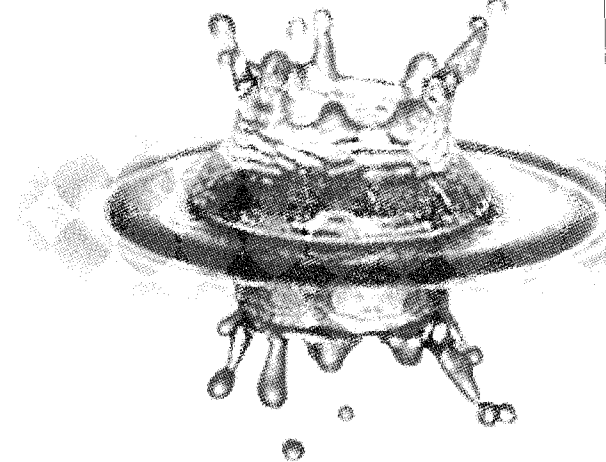
Hal ini merupakan salah satu dampak dari proses industri dengan pembuangan limbah yang berlebih, juga wilayah-wilayah tinggal yang padat sehingga menghasilkan tumpukan limbah. Tercatat lebih dari satu milyar orang di dunia tidak memiliki akses air bersih untuk diminum. Hampir 2,5 milyar orang tidak memiliki sistem sanitasi yang layak.



*Membiasakan diri kita untuk menjaga air agar tetap bersih. Setiap tanggal 22 Maret kita memperingati hari air bersih sedunia*

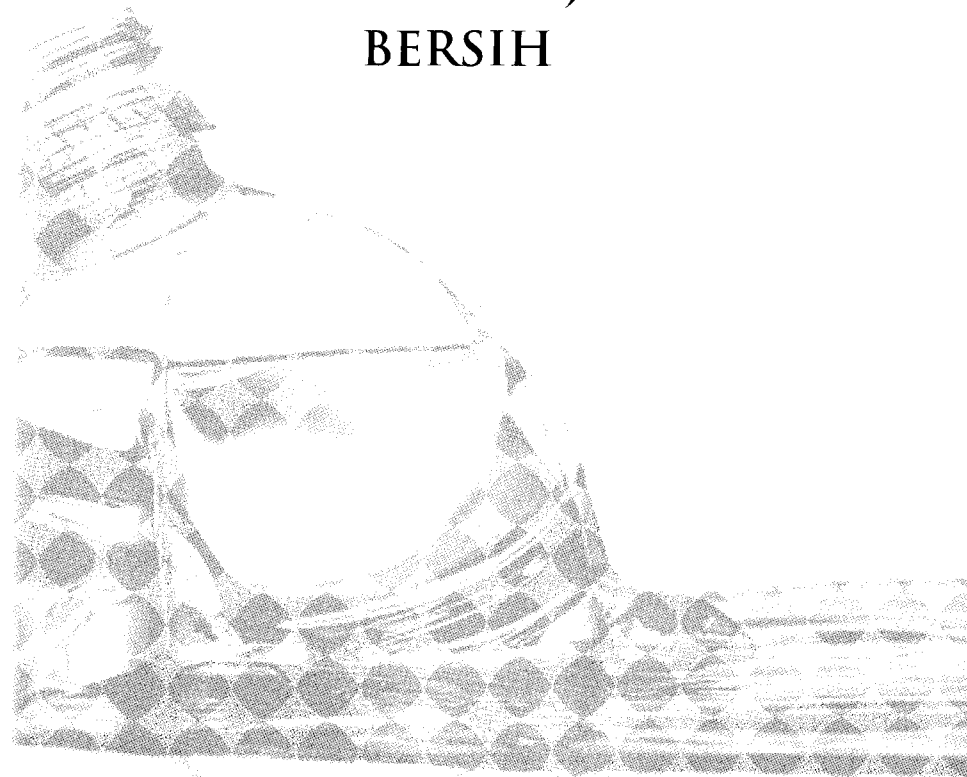
*Sumber: [www.antarafoto.com](http://www.antarafoto.com)*





## BAB IV

### TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR KOTOR MENJADI AIR BERSIH



## A. Teknologi untuk Menghasilkan Air Bersih

Air di bumi, terutama di Indonesia sudah banyak yang tercemar, sehingga tidak layak dikonsumsi lagi. Bahkan untuk dipakai mandi pun dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit. Air yang sudah tercemar tersebut dapat digunakan, namun sebelum digunakan harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan air dimaksudkan mendapatkan air yang layak dan aman dikonsumsi.

Kandungan air dalam tubuh manusia sekitar  $\frac{2}{3}$  atau sekitar 60% – 70% dari berat tubuh. Tetapi, kandungan air dalam lemak hanya sekitar 10%, sehingga untuk orang yang mengalami masalah kegemukan atau obesitas, persentase kandungan air dalam tubuhnya bisa kurang dari angka 60% tersebut.

Agar tubuh tidak mengalami kekurangan air alias dehidrasi, setiap hari kita harus minum air dalam jumlah yang cukup. Lantas seberapa banyak air yang harus kita minum setiap harinya agar kita terhindar dari dehidrasi? Sebenarnya kebutuhan air bagi setiap orang tidak sama. Hal ini tergantung pada umur, aktifitas, program diet, dan iklim tempat kita tinggal. Secara rata-rata kebutuhan air minum adalah  $\frac{1}{2}$  ounce untuk setiap pound berat badan.

Bila tidak terbiasa menggunakan satuan ounce dan pound, gunakan konversi satuan di bawah ini:

**1 kilogram = 2,20462262 pound**

**1 pound = 16 ounce**

Sebagai contoh, jika berat badan anda 100 kilogram maka itu setara dengan 220,46 pound. Sehingga perkiraan air yang dibutuhkan adalah sebesar 110,23 ounce atau 6,89 pound atau setara dengan 3,125 liter air minum atau kira-kira sebanyak 16 gelas air ukuran 200 ml. Bagaimana jika berat anda hanya 50 kilogram? Berapa banyak air minum yang anda butuhkan? Cara mudahnya kalikan saja 16 gelas air dengan 50%, berarti tubuh kita membutuhkan sekitar 8 gelas air.

**Berat badan 60 kg?  $\Rightarrow 16 \times 60\% = 9,6 \Rightarrow$  sekitar 10 gelas**

**Berat badan 70 kg?  $\Rightarrow 16 \times 70\% = 11,2 \Rightarrow$  sekitar 11 gelas (dan seterusnya)**

Secara umum orang dewasa yang sehat membutuhkan sekitar 2 liter air minum setiap hari. Jumlah tersebut setara dengan 8–12 gelas air minum per hari. Indikator terjelas dari seberapa besar butuhnya tubuh kita membutuhkan air minum adalah ketika merasa haus. Jika merasa haus berarti tubuh kita butuh air.

Tentu saja, air yang kita konsumsi selain harus tepat takarannya juga harus bersih dan layak untuk dikonsumsi. Saat ini, banyak orang menggunakan air mineral sebagai sumber air minum. Air mineral merupakan sumber air minum yang praktis. Kebersihan dan kejernihan air terjaga. Namun, sering menggunakan air mineral akan menimbulkan efek yang tidak baik untuk lingkungan. Kemasan air mineral akan membuat masalah baru, yaitu tercemarnya

lingkungan hidup di sekitar kita.



*Kemasan air mineral yang terbuat dari plastik seperti ini mengancam kerusakan lingkungan*

*Sumber: [www.olx.co.id](http://www.olx.co.id)*

Mengingat pencemaran semakin terjadi, sudah seharusnya kita mengusahakan agar air menjadi layak minum. Salah satu caranya dengan membuat alat penyaringan sederhana yang bisa kita gunakan sehari-hari di rumah kita sendiri.

## **B. Model Pengolahan Air**

Selain untuk mendapatkan air layak konsumsi, pengolahan air juga bertujuan untuk mengolah air limbah agar aman untuk dibuang ke lingkungan. Pengolahan air dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi.

### 1. *Pengolahan Air secara Fisika*

Pengolahan air secara fisika dilakukan untuk menghilangkan kotoran pada air berupa zat padat, misalnya sampah, kayu, dan pasir. Pengolahan secara fisika dilakukan dengan filtrasi, pengendapan atau sedimentasi.

### 2. *Pengolahan Air secara Kimia*

Pada pengolahan secara kimia digunakan bahan-bahan kimia untuk memenuhi parameter kimia, misalnya untuk mengontrol pH air supaya netral.

### 3. *Pengolahan Air secara Biologi*

Pengolahan secara biologi dilakukan agar air dapat memenuhi standar parameter biologi, antara lain dengan pemanasan dan penyinaran dengan sinar ultraviolet sehingga bakteri dan virus yang terdapat dalam air akan mati.

Berikut ini merupakan macam-macam model pengolahan air.

#### a) *Pengendapan atau Dekantir*

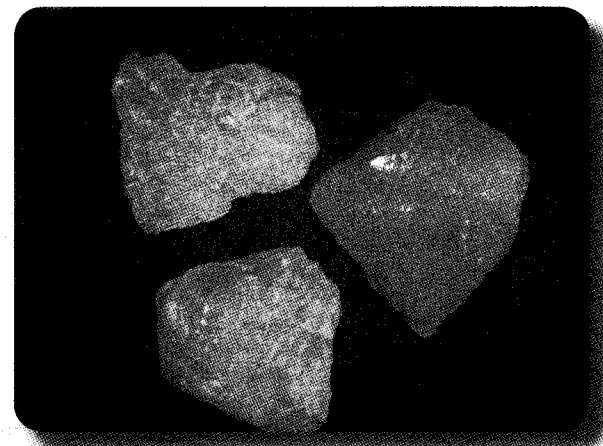
Pengendapan dilakukan jika air masih terlihat jernih dan hanya terdapat partikel-partikel yang tergolong suspensi, misalnya pasir. Pengendapan atau *dekantir*, dilakukan dengan cara mengendapkan kotoran hingga mengendap di bagian bawahnya, lalu menuangkan cairan ke wadah lain secara hati-hati supaya padatan terpisah dari cairan. Untuk memudahkan proses dekantir, dapat digunakan pengaduk pada saat menuang cairan. Dengan demikian, cairan tidak mengalir keluar wadah dan dapat terpisah dari padatan dengan baik.

Namun, metode ini tidak dapat memisahkan cairan dengan sempurna, hal ini disebabkan kadang-kadang

masih ada cairan yang tersisa dalam wadah semula. Bisa saja sebagian padatan ikut masuk ke dalam wadah baru.

#### b) *Penambahan Bahan Pengendap*

Bahan kimia yang dapat mengendapkan disebut *koagulan*, dimana bahan yang digunakan sebagai koagulan, yaitu aluminium sulfat atau tawas. Bahan ini dapat mengendapkan partikel-partikel koloid. Dengan penambahan koagulan, partikel-partikel koloid yang sebelumnya melayang-layang dalam air akan diikat menjadi partikel besar yang disebut *flok*. Dengan ukuran partikelnya yang besar, flok dapat mengendap karena gaya gravitasi.

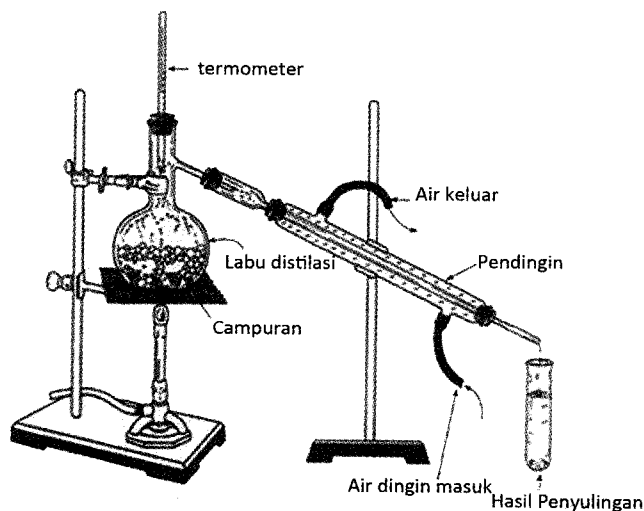


*Tawas, dapat mengkoagulasi kotoran sehingga mengendap di dasar air*

#### c) *Distilasi atau Penyulingan*

Distilasi adalah cara memperoleh cairan yang dikotori zat terlarut, atau bercampur dengan cairan lain yang titik didihnya berbeda. Cairan yang kita pilih dididihkan hingga menguap, lalu uap air itu dilewatkan melalui alat pengembun (kondensor),

agar dapat cair kembali. Cairan hasil destilasi ini disebut *destilat*. Air murni yang kita pakai di laboratorium kimia diperoleh dengan cara ini, dan dikenal dengan nama *aquadest* (air suling).



Gambar. Bagan Distilasi Sederhana

Di negara-negara Timur Tengah yang sumber air tawarmnya sangat langka, penduduk memperoleh air bersih dari hasil penyulingan air laut. Dengan teknologi tinggi yang disebut *flash distillation*, tekanan diturunkan sedemikian rupa sehingga air mendidih pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ . Proses ini cukup murah sebab hemat energi. Di Jeddah, Saudi Arabia, pabrik penyulingan air laut semacam ini memproduksi 32 juta liter air bersih per hari, dan sebagian besar disalurkan ke kota suci Makkah untuk keperluan jamaah haji.

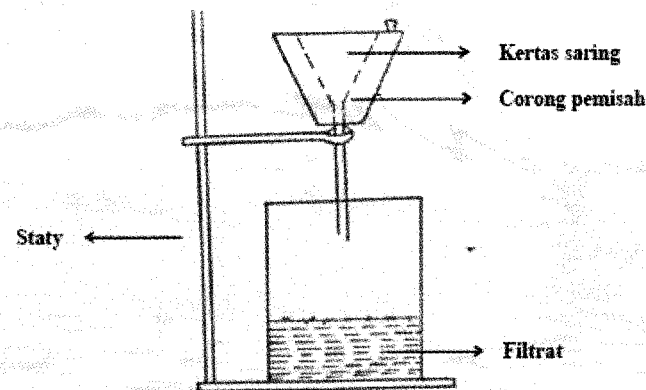
Cara distilasi juga digunakan untuk memisahkan minyak bumi menjadi komponen-komponennya. Minyak bumi yang baru diambil dari dalam tanah terdiri atas campuran berbagai

jenis cairan (bensin, minyak tanah, dan solar) serta bagian padat. Masing-masing jenis cairan itu memiliki titik didih berbeda-beda, sehingga satu sama lain dapat dipisahkan dengan cara distilasi.

#### d) Penyaringan atau Filtrasi

Filtrasi adalah cara pemisahan zat padat dari cairan melalui saringan (filter) yang berpori. Cara filtrasi juga dipakai untuk memisahkan zat-zat yang kelutannya berbeda. Misalnya, gula yang dikotori pasir dimasukkan ke dalam air. Gula akan melarut, sedangkan pasir tidak. Melalui penyaringan, gula yang larut itu turun sebagai filtrat. Lalu filtrat diuapkan, sehingga diperoleh gula padat yang bersih.

Di bawah ini merupakan gambar penyaringan menggunakan kertas saring. Kertas saring digunting berbentuk lingkaran kemudian dilipat dan diletakkan di dalam corong kaca, kemudian corong diletakkan di atas tabung seperti gambah di bawah ini. Kemudian tuangkan air keruh ke atas corong. Kotoran dalam air akan tertinggal pada kertas saring dan jernih jatuh ke dalam gelas penadah.



Gambar. Penyaringan air dengan menggunakan kertas saring.

Penyaringan dengan cara di atas, menghasilkan air yang sangat jernih karena pori-pori kertas saring sangat kecil sehingga bisa dipastikan zat yang lolos saringan hanyalah air. Namun demikian, cara tersebut tidak efektif karena membutuhkan kertas saring yang sangat banyak dengan harga yang relative mahal. Bukan hanya itu saja, penyaringan menggunakan kertas saring juga membutuhkan waktu yang lama karena air yang jatuh dari kertas saring berupa tetesan-tetesan.

Pada industri PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum), salah satu proses awalnya adalah penyaringan air kotor melalui *filter bed*, yaitu lapisan pasir di atas, kerikil di tengah, dan batu besar di bawah. Air saringan kemudian diolah lebih lanjut untuk memisahkan zat-zat yang larut serta membersihkannya dari kuman-kuman.

Penjernihan air di lingkungan rumah tangga dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Pada pengolahan ini diperlukan beberapa bak penampungan air.
- 2) Pada bak penampungan I, air kotor dialirkan dan kotoran-kotoran besar dibiarkan mengendap berdasarkan gaya gravitasi. Dari bak pengendapan I, air dialirkan secara hati-hati pada bak penampungan selanjutnya. Di sini air ditambahkan tawas sebanyak 60 mg per 1 liter air untuk membantu mengendapkan kotoran yang berupa partikel-partikel kecil. Untuk mempercepat pembentukan gumpalan atau *flok* dapat dilakukan pengadukan. Selanjutnya, ditunggu sampai *flok* mengendap.
- 3) Air yang sudah jernih diambil dengan hati-hati dan dilakukan penyaringan bertingkat.
- 4) Air yang sudah jernih tetap harus dimasak sebelum diminum.

Untuk penanganan air limbah dari pabrik atau air yang sudah tercemar limbah pabrik atau logam berat dapat dilakukan dengan penambahan beberapa zat kimia, antara lain tawas, dan karbon aktif. Zat-zat tersebut berfungsi untuk menghilangkan bau, warna, rasa serta zat-zat buangan industri yang berbahaya yang terdapat dalam buangan air limbah.

#### 4. Desain Pengolahan Air

Ada berbagai macam cara sederhana yang dapat kita gunakan untuk mendapatkan air bersih, dan cara yang paling mudah dan paling umum digunakan adalah dengan membuat saringan air. Namun, bagi kita mungkin yang paling tepat adalah membuat penjernih air atau saringan air sederhana.

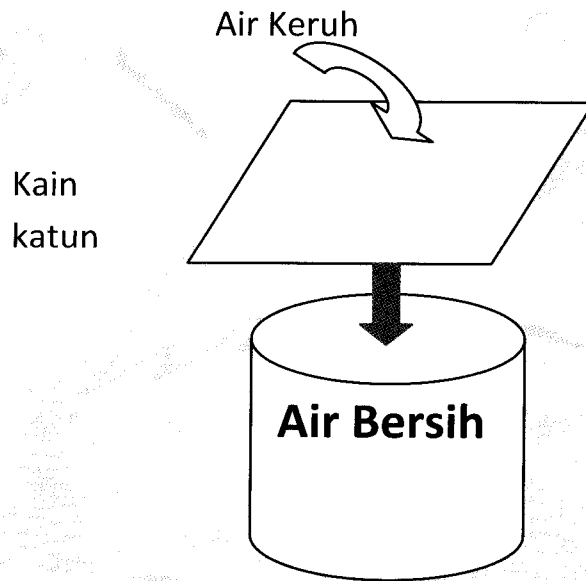
Perlu diperhatikan, bahwa air bersih yang dihasilkan dari proses penyaringan air secara sederhana tersebut tidak dapat menghilangkan sepenuhnya garam yang terlarut di dalam air. Gunakan destilasi sederhana untuk menghasilkan air yang tidak mengandung garam. Sebelum membeli alat atau mesin penjernih air yang harganya ratusan ribu sampai jutaan rupiah, sebaiknya mencoba terlebih dahulu beberapa cara sederhana dalam mendapatkan air bersih, yaitu dengan cara mempergunakan atau penyaringan air.

##### a) Saringan Kain Katun

Pembuatan saringan air dengan menggunakan kain katun merupakan teknik penyaringan yang paling sederhana atau mudah. Air keruh disaring dengan menggunakan kain katun yang bersih. Cara kerjanya adalah pasang kain katun pada suatu bahan, misalnya kawat, agar tegang kemudian letakkan di atas wadah (seperti gambar) lalu tuangkan air

keruh ke atas kain katun. Saringan ini dapat membersihkan air dari kotoran dan organisme kecil yang ada dalam air keruh. Air hasil saringan tergantung pada ketebalan dan kerapatan kain yang digunakan.

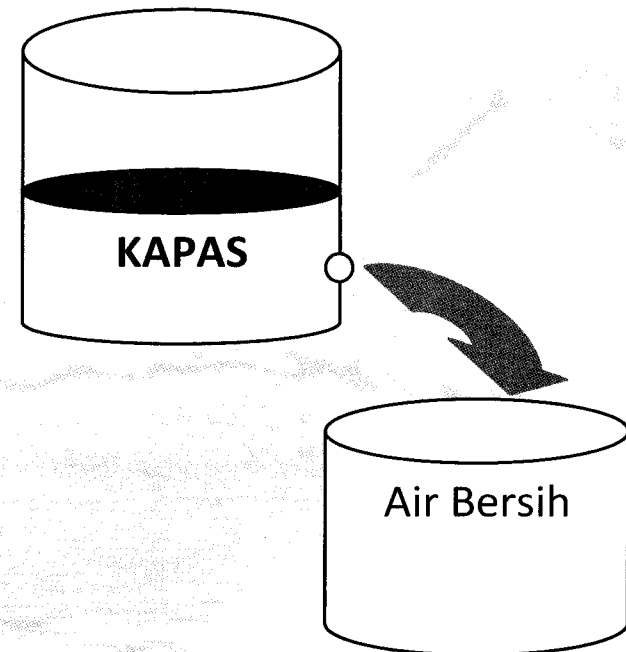
Jika dibandingkan dengan menggunakan kertas saring, penggunaan kain katun lebih ekonomis, tetapi kotoran air yang berukuran sangat kecil masih lolos saringan sehingga hasilnya tidak maksimal. Selain itu, saringan jenis ini tidak dapat menyaring bakteri dan kuman yang terdapat dalam air. Anda bisa menggunakan saringan kain katun ini dengan cara mengikatkannya pada keran air di rumah, cukup praktis untuk penggunaan sementara karena harus sering diganti.



Gambar. Penyaringan air dengan kain katun

#### b) Saringan Kapas

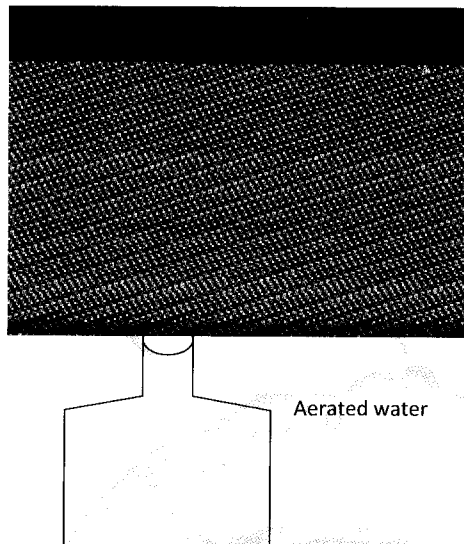
Teknik saringan air ini dapat memberikan hasil yang lebih baik dari teknik sebelumnya. Seperti halnya penyaringan dengan kain katun, penyaringan dengan kapas juga dapat membersihkan air dari kotoran dan organisme kecil yang ada dalam air keruh. Caranya letakkan kapas pada dasar wadah yang telah diberi lubang, kemudian tuangkan air keruh. Air hasil penyaringan akan keluar melalui lubang (lihat gambar). Hasil saringan juga tergantung pada ketebalan dan kerapatan kapas yang digunakan. Kelemahan dari saringan jenis ini adalah tidak ekonomis, karena membutuhkan kapas dalam jumlah besar selain itu harga kapas yang sangat mahal dan tidak bertahan lama.



Gambar. Penyaringan air dengan menggunakan saringan kapas

## c) Aerasi

Aerasi merupakan proses penjernihan dengan cara mengisikan oksigen ke dalam air, sehingga zat-zat seperti karbondioksida serta hidrogen sulfida dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dari air, dapat dikurangi atau dihilangkan. Selain itu, partikel mineral yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan akan teroksidasi dan secara cepat akan membentuk lapisan endapan yang nantinya dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi.



Gambar. Skema penyaringan dengan cara aerasi

Pada proses aerasi terjadi reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi ini sangat efektif pada pH air lebih besar 7 (tujuh). Oleh karena itu sebelum aerasi dilakukan, maka pH air baku harus dinaikkan sampai mencapai pH 8. Hal ini dimaksudkan agar pH air tidak menyimpang dari pH standar untuk air minum yaitu pH 6,5 - pH 8,5. Oksidasi Mangan dengan oksigen dari udara tidak

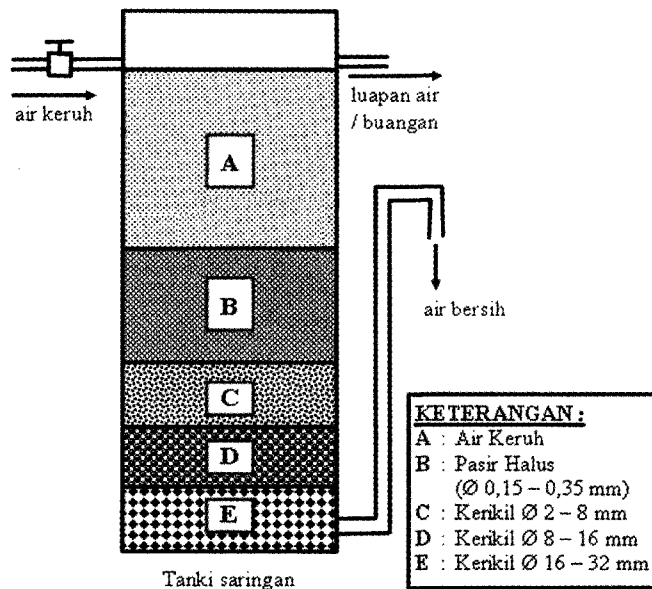
seefektif untuk besi, tetapi jika kadar Mangan-nya tidak terlalu tinggi maka sebagian mangan dapat juga teroksidasi dan terendapkan.

## d) Saringan Pasir Lambat (SPL)

Saringan pasir lambat merupakan saringan air yang dibuat dengan menggunakan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Air bersih didapatkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan pasir terlebih dulu, yang kemudian melewati lapisan kerikil. Kerikil yang digunakan terdiri dari tiga tingkatan, yaitu pada lapisan bawah diameter kerikil antara 16 – 32 mm. Pada lapisan kedua diameter kerikil berkisar antara 8 – 16 mm dan pada lapisan ketiga diameter kerikil berkisar antara 2 – 8 mm. Intinya, penyusunan lapisan kerikil harus dari diameter yang paling besar ke diameter yang paling kecil.

Ada dua jenis proses penyaringan yang terjadi pada Saringan Pasir Lambat, yakni secara fisika dan biologi. Partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir pada SPL. Disisi lain, bakteri-bakteri dari genus *Pseudomonas* dan *Trichoderma* akan tumbuh dan berkembang biak. Pada saat proses filtrasi dengan debit air lambat (100-200 liter/jam/m<sup>2</sup> luas permukaan saringan), patogen yang tertahan oleh saringan akan dimusnahkan oleh bakteri-bakteri tersebut.





Gambar. Tangki Penyaringan dengan Cara Saringan Pasir Lambat

Jika ingin membuat Saringan Pasir Lambat dalam skala besar, dapat dibuat dengan menggunakan batu bata atau batu kali yang diplester dengan ukuran lebar 1,75 meter panjang 2 meter dan tinggi 1 meter. Sebagai media penyaring adalah pasir setinggi 60 cm dan papan sebagai penyangga media pasir, sehingga ada ruang kosong antara media pasir dengan dasar bak.

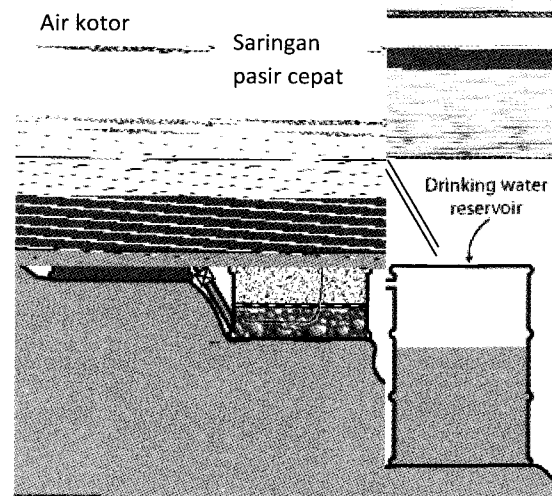
Bagian-bagian SPL:

1. Pipa inlet diameter 1 inci
2. Pipa outlet diameter 1 inci
3. Pipa penguras diameter 3 inci
4. Pasir sebagai media penyaring
5. Papan sebagai penyangga media

Secara berkala pasir dan kerikil dari SPL harus selalu dibersihkan. Hal ini untuk menjaga agar kualitas air bersih yang dihasilkan selalu terjaga dan yang terpenting adalah tidak terjadi penumpukan patogen atau kuman pada saringan. Untuk disinfeksi kuman yang terkandung dalam air dapat menggunakan berbagai cara seperti klorinasi, brominasi, ozonisasi, penyinaran ultraviolet ataupun menggunakan aktif karbon. Untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan, sebaiknya air hasil penyaringan dimasak terlebih dahulu hingga mendidih sebelum dikonsumsi.

#### e) Saringan Pasir Cepat (SPC)

Saringan Pasir Cepat seperti halnya Saringan Pasir Lambat, terdiri atas lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Tetapi arah penyaringan air terbalik bila dibandingkan dengan Saringan Pasir Lambat, yaitu dari bawah ke atas (up flow). Air bersih didapatkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan kerikil terlebih dahulu baru kemudian melewati lapisan pasir. Seperti halnya Saringan Pasir Lambat, lapisan kerikil pada Saringan Pasir Cepatpun sama, yaitu dari bawah ke atas terdiri dari kerikil dengan diameter yang besar ke kerikil dengan diameter kecil.



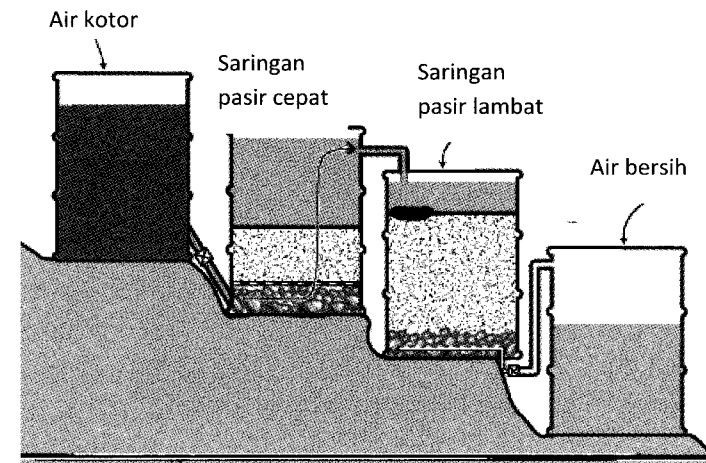
Gambar. Skema Saringan Pasir Cepat

Kelemahan saringan ini adalah kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring. Selain itu karena debit air yang cepat, lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi di Saringan Pasir Lambat. Sehingga akan membutuhkan proses disinfeksi kuman yang lebih intensif.

#### f) Gravity-Fed Filtering System

Gravity-Fed Filtering System merupakan gabungan dari Saringan Pasir Cepat (SPC) dan Saringan Pasir Lambat (SPL). Air bersih dihasilkan melalui dua tahap. Pertama-tama air disaring menggunakan Saringan Pasir Cepat. Air hasil penyaringan tersebut kemudian disaring kembali menggunakan Saringan Pasir Lambat. Dengan adanya dua kali penyaringan diharapkan kualitas air bersih yang dihasilkan dapat lebih baik. Untuk mengantisipasi debit air hasil penyaringan yang keluar dari Saringan Pasir Cepat, dapat digunakan beberapa Saringan

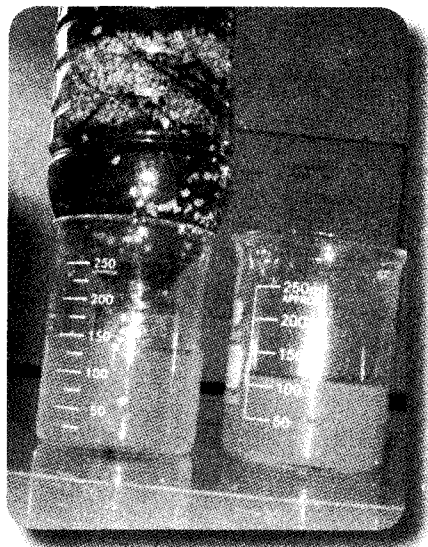
Pasir Lambat baru kemudian dilewatkan pada Saringan Pasir Cepat.



Sumber: [www.aimyaya.com](http://www.aimyaya.com)

#### g) Saringan Arang

Saringan Arang dapat dikatakan sebagai saringan pasir arang dengan tambahan satu buah lapisan arang. Lapisan Arang ini sangat efektif dalam menghilangkan bau dan rasa yang ada pada air baku karena sifat arang dapat menyerap bakteri dan logam berat. Arang yang digunakan dapat berupa arang kayu atau arang batok kelapa. Untuk hasil yang lebih baik dapat digunakan arang aktif. Untuk lebih jelasnya, dapat lihat bentuk Saringan Arang pada gambar ini.

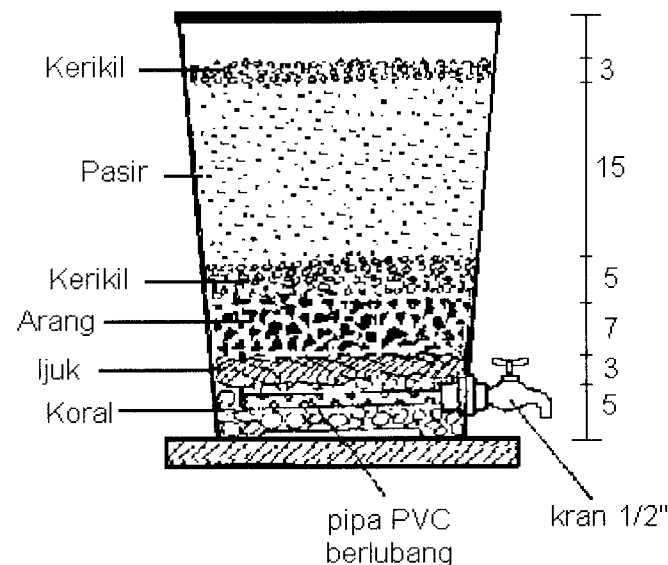


Sumber: Dok. Pribadi

#### h) Saringan Air Sederhana atau Tradisional

Saringan Air Sederhana atau Tradisional merupakan modifikasi dari saringan pasir arang dan saringan pasir lambat. Pada saringan tradisional ini selain menggunakan pasir, kerikil, batu dan arang juga ditambah satu buah lapisan ijuk yang berasal dari sabut kelapa.

Saringan air sederhana dapat disusun seperti pada gambar. Lapisan paling bawah adalah batu koral, lapisan selanjutnya adalah ijuk, lalu arang pada lapisan ketiga. Di atas arang dapat diletakkan kerikil sebagai lapisan keempat dan pasir sebagai lapisan kelima kemudian letakkan kembali kerikil sebagai lapisan paling atas. Ijuk bersifat menyaring kotoran pada air yang berukuran besar, sedangkan arang bersifat menyerap kotoran air yang ukurannya kecil.



Sumber: [www.Kelair.bppt.go.id](http://www.Kelair.bppt.go.id)

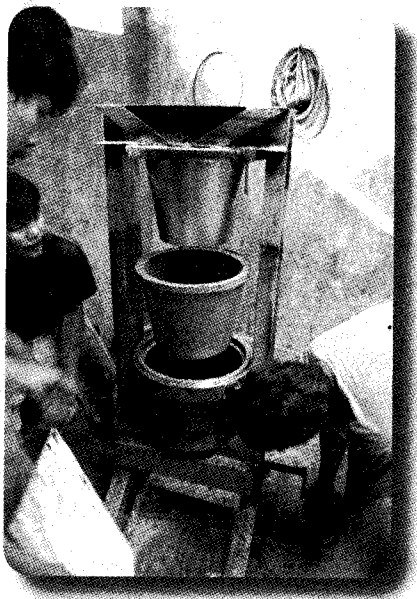
Untuk tempat saringan anda dapat menggunakan tong, drum, ember, ataupun sambungan kaleng/sambungan botol plastik. Sedangkan ukuran lapisan saringan anda dapat disesuaikan dengan masalah yang anda hadapi. Saringan yang saya buat menggunakan 25 cm untuk ijuk dan arang aktif/arang batok kelapanya. Sebab salah satu kegunaan arang adalah untuk mengurangi/menghilangkan bau. Bila masalah yang dihadapi cukup berat, dapat dicoba dengan menambahkan satu buah lapisan batu zeolit.

Hal yang perlu diketahui bahwa setelah saringan dibuat, air yang dihasilkan awalnya tidak terlalu jernih, tetapi lama kelamaan air yang keluar akan menjadi jernih. Selain itu, aturlah debit air yang masuk tangki saringan (keluaran dari tangki pengendapan) agar tidak lebih besar dari debit air yang keluar dari saringan (air bersih).

## i) Saringan Keramik

Saringan keramik dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama sehingga dapat dipersiapkan dan digunakan untuk keadaan darurat. Air bersih didapatkan dengan jalan penyaringan melalui elemen filter keramik. Beberapa filter kramik menggunakan campuran perak yang berfungsi sebagai disinfektan dan membunuh bakteri.

Sebenarnya, saringan keramik sangat mudah dibuat. Tinggal meletakkan wadah keramik di atas wadah plastik yang ada kerannya, niscaya air di rumah Anda sudah cukup bersih untuk digunakan, bening dan tidak keruh lagi. Cara seperti ini banyak digunakan di India dan Pakistan, juga Banglades. Tetapi, sebaiknya dimasak terlebih dahulu meskipun sudah disaring menggunakan alat seperti gambar di bawah ini.

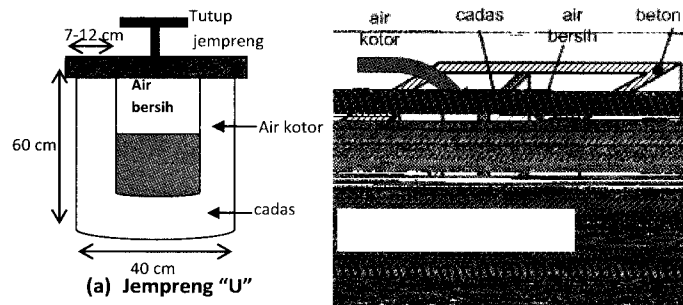


Sumber. [www. Teknologi.kompasiana.com](http://www.Teknologi.kompasiana.com)

Cara kerja alat ini yaitu letakkan wadah keramik di atas wadah plastik berkeran. Kemudian masukkan air keruh secukupnya ke wadah keramik. Rembesan air akan masuk ke wadah plastik dan sudah bersih, bening, dan tidak keruh lagi. Ketika proses penyaringan, kotoran yang ada dalam air baku akan tertahan dan lama kelamaan akan menumpuk dan menyumbat permukaan filter sehingga untuk mencegah penyumbatan yang terlalu sering, maka air baku yang dimasukkan jangan terlalu keruh atau kotor. Untuk perawatan saringan keramik ini dapat dilakukan dengan cara menyikat filter keramik tersebut pada air yang mengalir.

## j) Saringan Cadas atau Jempeng (Lumpang Batu)

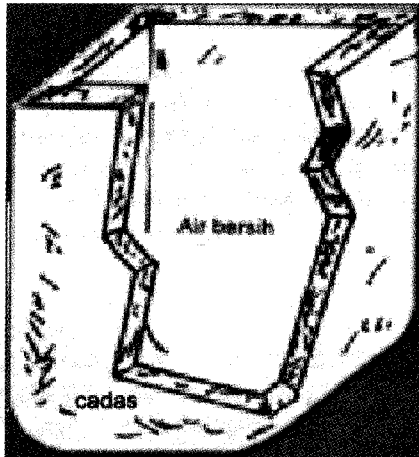
Saringan cadas atau jempeng ini mirip dengan saringan keramik. Air disaring dengan menggunakan pori-pori dari batu cadas. Saringan ini umum digunakan oleh masyarakat desa Kerobokan, Bali, dan digunakan untuk menyaring air yang berasal dari sumur gali ataupun dari saluran irigasi sawah. Seperti halnya saringan keramik, kecepatan air hasil saringan dari jempeng relatif rendah bila dibandingkan dengan SPL terlebih lagi SPC.



Sumber: [www.aimyaya.com](http://www.aimyaya.com)

### Macam/jenis jempeng Bali :

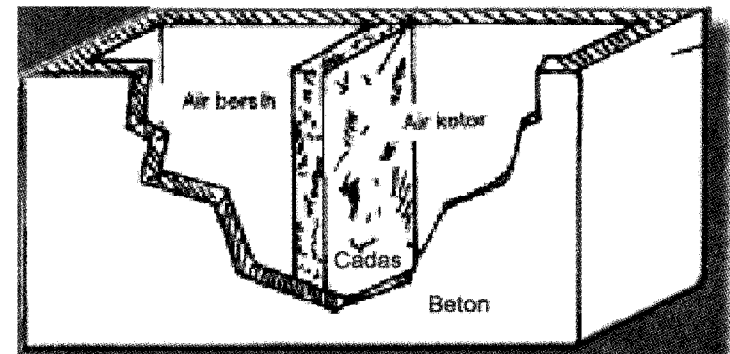
- Jempeng bentuk U, jempeng ini keseluruhannya terbuat dari batu cadas. Bagian bawahnya berbentuk penyungkup setengah bola, badan saringan berbentuk silinder, sedang bagian atasnya terbuka, sehingga penampang vertikalnya berbentuk huruf U.



Gambar. Jempeng berbentuk U

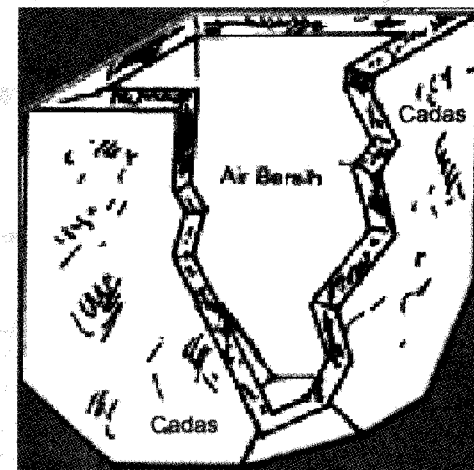
- Jempeng berbentuk huruf W, tidak seluruhnya terbuat dari batu cadas. Sisi bawah dan ketiga sisi samping, terbuat dari beton

kedap air. Hanya satu buah sisinya, yaitu sisi tengah terbuat dari lempengan batu cadas, seang bagian atasnya terbuka.



Gambar. Jempeng berbentuk W

- Jempeng yang bagian bawahnya berbentuk setengah segi enam, keseluruhannya terbuat dari batu cadas. Badan jempengan berbentuk silinder dan bagian atasnya juga terbuka.



Gambar. Jempeng berbentuk setengah segi enam

Cara penggunaannya adalah diletakkan dalam aliran air supaya air meresap. Daya kerja saringan jempeng dalam penggunaannya untuk menyaring air minum dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Besar kecilnya diameter pori bahan saringan
- Derajat kekeruhan air
- Suhu air
- Derajat keasaman (ph) air
- Tekanan air pada dinding saringan, dan
- Tebal tipisnya dinding saringan

Air yang dihasilkan untuk jempeng dengan ketebalan 13 cm adalah 3,8 l/jam

**Keuntungan dari model ini adalah:**

- Daya saring jempeng tidak berpengaruh terhadap kesadahan air kolam setelah disaring. Bahan baku jempeng (batu cadas) tidak mengandung unsur-unsur kimia yang dapat mempengaruhi kesadahan air kolam sebelum dan sesudah disaring.
- Saringan tersebut telah lama digunakan oleh masyarakat desa Kerobokan, sehingga boleh dikatakan pemakaiannya telah membudidaya di kalangan masyarakat desa tersebut.
- Semakin tebal dinding jempeng, semakin kecil bakteri golongan coli setelah penyaringan.

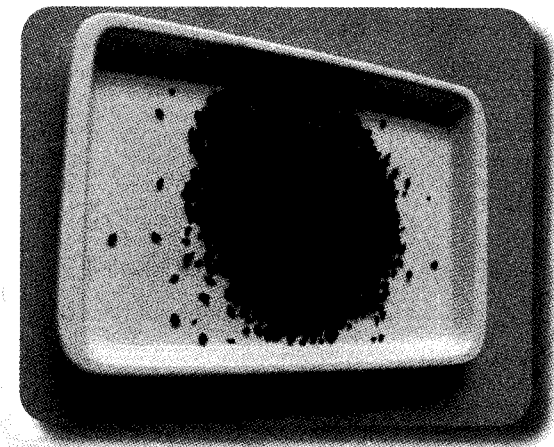
**Kerugian dari model ini adalah:**

- Rata-rata debit air minum yang dihasilkan oleh jempeng dengan ketebalan dinding 13 cm, belum cukup untuk memenuhi kebutuhan air minum suatu keluarga yang beranggotakan 5 orang lebih.
- Belum dapat diketahui setelah berapa lama jempeng tersebut perlu dibersihkan dari lumut, ganggang/algae yang tumbuh pada permukaan jempeng.

## 5. Komposisi Bahan Pengolahan Air

Bentuk penjernihan yang memungkinkan dipakai di dalam kegiatan rumah tangga adalah penyaringan sederhana menggunakan pasir, arang, batu, dan kerikil. Namun, saat ini yang akan dibahas adalah penggunaan saringan dengan bahan yang lebih sederhana. Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat alat pengolahan air sederhana adalah sebagai berikut:

### a) Arang Aktif



**Arang Aktif**

*Sumber: Dok. Pribadi*

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dan dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan, sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Selain digunakan sebagai bahan bakar, arang juga dapat digunakan sebagai *adsorben* (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel, dimana kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif.

Pada abad XV, diketahui bahwa arang aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Pada tahun 1974, baru dikembangkan pada industri gula sebagai pemucat, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I.

Arang aktif merupakan senyawa karbon *amorph*, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m<sup>2</sup>/gram dan berhubungan dengan struktur pori bagian dalam yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben.

Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (melakukan pemilihan), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif. Dalam hal ini, kita menggunakan arang aktif sebagai bahan penghilang warna keruh, bau tak sedap, dan resin pada air dalam rumah tangga.

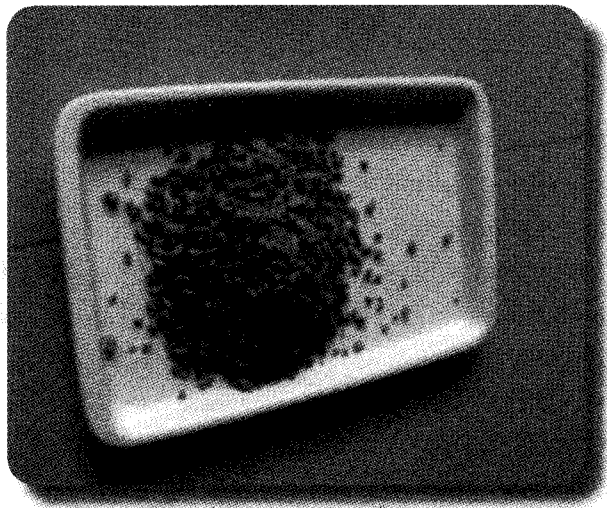
## b) Zeolit

Zeolit (*Zeolithos*) atau berarti juga batuan mendidih. Setiap tahunnya, para kimiawan di seluruh dunia selalu menemukan manfaat zeolit untuk berbagai kebutuhan, terutama yang pada proses industri dan pencemaran lingkungan. Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal *alumina silika* yang berstruktur tiga dimensi, serta terbentuk dari *tetrahedral alumina* dan *silika* dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya berupa alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas.

Rumus molekul zeolit adalah  $M_{x/n} \cdot (AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_y \cdot x H_2O$ . Struktur zeolit sejauh ini diketahui bermacam-macam, tetapi secara garis besar strukturnya terbentuk dari unit bangun primer, berupa *tetrahedral* yang kemudian menjadi unit bangun sekunder *polihedral* dan membentuk *polihendra* dan akhirnya unit struktur zeolit. Karena sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion.

Zeolit mempunyai sifat *dehidrasi* (melepaskan molekul H<sub>2</sub>O) apabila dipanaskan. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut, tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu, kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan *adsorben* yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi.

Kemampuan zeolit sebagai *katalis* berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Sedangkan sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya *kation* logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas di dalam rongga dan dapat ditukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, *anion* atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Inilah alasan mengapa dalam proses penyaringan air digunakan zeolit.



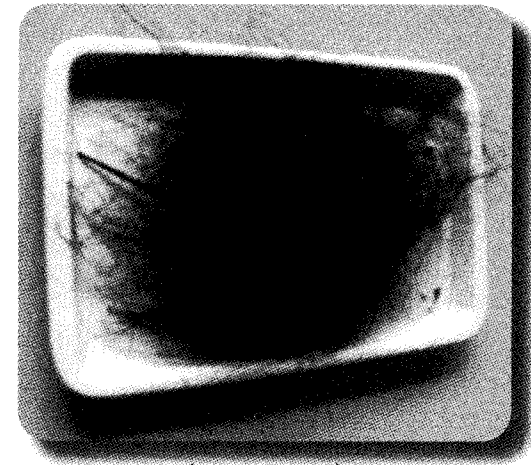
(Bentuk Zeolit)

Sumber: Dok. Pribadi

#### c) Ijuk

Ijuk berfungsi menyaring kotoran yang ukurannya lebih besar. Ijuk digunakan karena memiliki kelenturan sekaligus kepadatan sehingga mudah menyaring kotoran besar pada air. Namun, kepadatannya tidak membuat air sulit mengalir karena itu air tetap bisa mengalir dengan baik. Kesimpulannya, ijuk

memudahkan penyaringan sederhana dengan cara mekanis.



(Bentuk Ijuk)

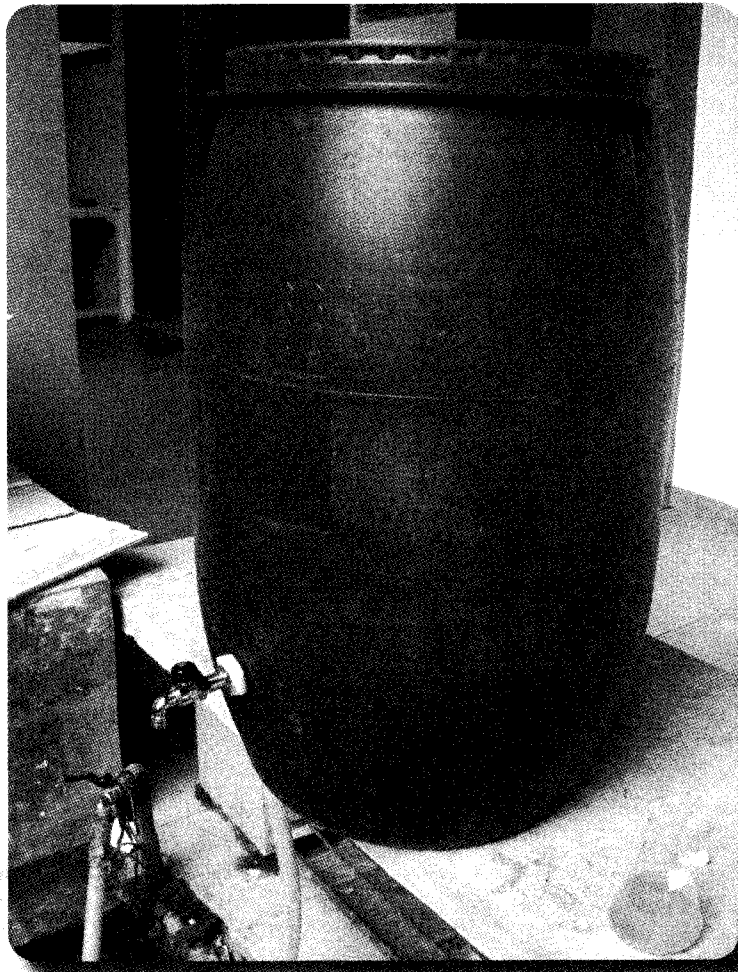
Sumber: Dok. Pribadi

### C. Metode Pengolahan Air (Prosedur Kerja)

Setelah semua bahan terkumpul, lakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- a) Siapkan satu tong ukuran 70 liter, 1 karung zeolit, 1 karung arang aktif, dan 1 karung ijuk. Disarankan agar merebus atau merendam zeolit terlebih dahulu dengan air panas selama lima jam untuk mendapatkan hasil yang maksimal.





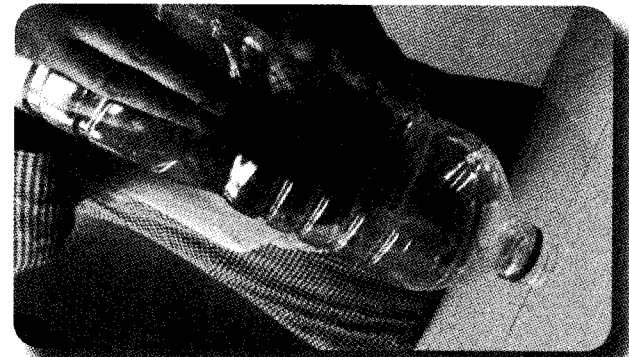
*Tong, sebagai wadah pembuatan air bersih.*

*Sumber: Dok. Pribadi*

- b) Pada dasar tong masukan ijuk sebagai dasarnya sebanyak setengah karung sebagai lapisan pertama.

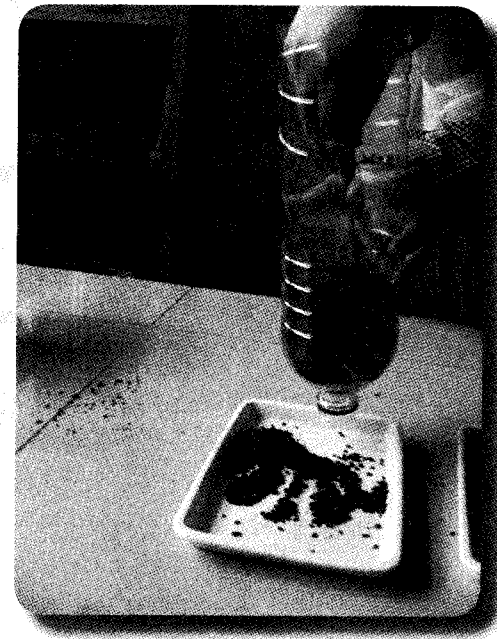
**Keterangan:** Untuk simulasi, agar terlihat susunan dan tahapannya, kita mengganti tong dengan botol air mineral

sebagai model. Selanjutnya kita bisa memasukan bahan-bahan ke dalam tong sesuai takaran sebenarnya.



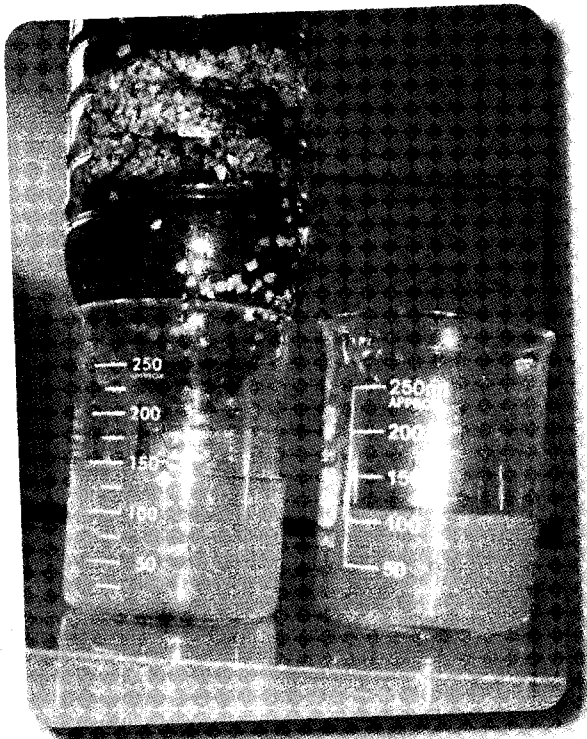
*Sebagai simulasi, tong diganti dengan botol air mineral.*

- c) Pada lapisan kedua, masukkan arang aktif.



*Sumber: Dok. Pribadi*

- d) Setelah itu masukan zeolit sebagai lapisan ketiga.
- e) Masukkan kembali ijuk untuk menyaring kotoran di awal.

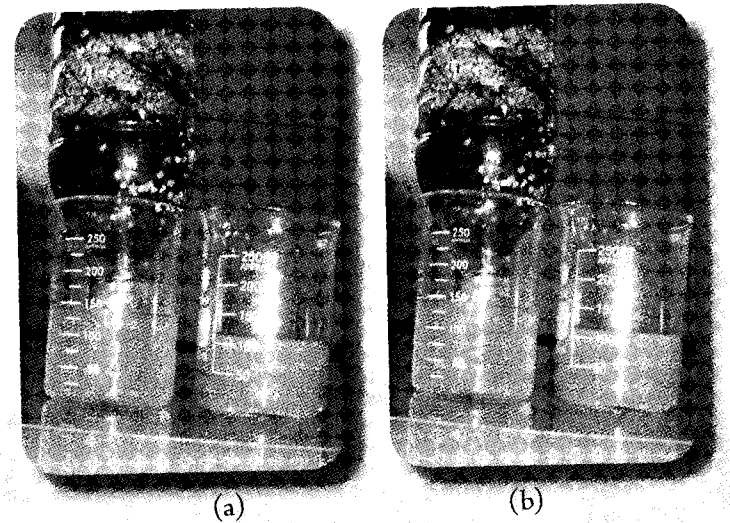


Sumber: Dok. Pribadi

Secara umum, lapisan pertama adalah ijuk, lapisan kedua arang aktif dan ketiga zeolit lalu masukkan kembali ijuk sebagai penyaring kotoran dengan ukuran besar. Agar lebih maksimal, susunan tadi bisa diulang satu kali lagi, sehingga ada dua susunan yang sama dalam tong. Tetapi untuk mengefektifkan bahan, satu susunan saja pun sudah cukup untuk menyaring air. Air bersih akhirnya bisa didapatkan. Lakukan, susunan yang sama seperti contoh di atas pada tong. Komposisi bahan seluruhnya yaitu volume satu karung lebih (15-20 kg). Hasil yang didapatkan

pada tong mula-mula akan hitam terlebih dahulu. Hal ini adalah wajar karena jumlah arang yang cukup banyak dan merupakan bagian dari proses pencucian arang. Setelah kurang lebih dua jam akan dihasilkan air yang jernih.

Air di daerah perkotaan (studi kasus kota Bandung Timur) berwarna keruh serta berbau logam dan setelah didiamkan satu malam akan terjadi endapan berwarna kuning, sedangkan air hasil penyaringan, walaupun telah didiamkan selama satu malam tidak terjadi endapan berwarna kuning dan tidak berbau. Air hasil penyaringan ini dapat digunakan dengan aman untuk keperluan rumah tangga, bahkan untuk minum sekalipun, namun harus direbus terlebih dahulu.



Gambar. (a) endapan yang terjadi sebelum air disaring;  
(b) endapan yang terjadi setelah air disaring

Bahan - bahan pada penjernih air tersebut tentunya harus diganti secara berkala untuk tetap dapat menghasilkan hasil yang maksimal. Penggantian bahan dilakukan setelah kurang lebih enam bulan penggunaan atau setelah air sudah mulai menguning kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bayis, D., Booth, G. McDuell, B. 2001. *Science, 2nd Edition*. London: Letts Educational
- Brand, I. dan Grime, R. 2002. *Chemistry*. New York: Pearson Education Limited
- Giancoli, D.C. 2000. *Physics for Scientist and Engineers. 3<sup>rd</sup> Edition*. London : Prentice Hall International, Inc.
- Kusnoputranto, Haryoto et al. Daya kerja "Jempeng" sebagai saringan sederhana untuk me-nyaring air minum di desa Kerobokan, Kecamatan Kuta, Kab. Badung, Bali. Dalam Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Teknologi Tepat Guna Penyediaan Air Minum dan Pembuangan/Pengolahan Kotoran di pedesaan. Cimacan, 2-4 Februari 1981. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan R.I., Jl. Percetakan negara I
- Lutfi. 2007. IPA Kimia. Jilid 1. Jakarta: Esis
- Mikrajudin A. 2007. IPA Fisika. Jilid 1. Jakarta: Esis
- Paul A. Tipler. 1999. Fisika untuk Universitas. Jakarta: Erlangga
- Sartono. 2001. Racun dan Keracunan. Jakarta: UI Press

## PROFIL PENULIS

**Yogi Satoto.** Lulusan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD semenjak tahun 2003, aktif di bidang pendidikan lingkungan hidup, dimulai dari kegiatan pendidikan lingkungan hidup Garuda Project, kegiatan pelestarian elang jawa (*Spizaetus barteltsi*) di Bandung dan Subang, Jawa Barat dan Anggota NaturLike (Naturalis Cilik Beretika). Pada tahun 2004 menjadi tim pendidikan lingkungan hidup Pusat Penyelamatan Satwa Cikanangan, Sukabumi kemudian pada tahun 2005 sampai sekarang aktif di Birds Conservation Society, sebuah klub pelestarian burung di Kota Bandung dan mulai dari tahun 2008 sampai sekarang mengajar pendidikan lingkungan hidup di SD dan SMP Cendekia Muda Bandung Literasi yang pernah ditulis antara lain: *The Three Characteristic Study of Raptor Nest, Vegetation Structure And Physical Variable Around Tree Nest Papper dalam 2<sup>nd</sup> Asian Raptor Research an conservation, Taiping Malaysia dan Bumiku satu*, WWF Indonesia dan menjadi editor dalam buku *Soaring in to fragile lands* yang diterbitkan oleh Pal Media Creative Pro di Bandung pada tahun 2007.

**Fety Kumalasari.** Lulus S1 dari Universitas Pendidikan Indonesia jurusan Fisika. Kecintaannya di dunia pendidikan membuat Fety beraktivitas sebagai seorang guru IPA di SMP Cendekia Muda Bandung. Buku ini merupakan buku pertamanya. Bersama dengan buku ini, penulis juga sedang merampungkan dua buah buku, yaitu buku ringkasan materi Fisika SMA dan Kumpulan Pembahasan Soal UN Fisika SMA.